

UDABOL



SAMD
SHAFI AHMED - MARTIN DOCKWEILER
HOSPITAL UNIVERSITARIO

REVISTA CIENTÍFICA

“Estudio de validación del aspecto y constructo de nuevos modelos de transferencia de clavijas 3D para capacitación y evaluación de habilidades laparoscópicas en procedimientos de cirugía laparoscópica bidimensional y tridimensional”

Alpa J Morawala ^{a b}, Badriya Alaraimi ^{a b}, Gilberto Lazaro Galloso ^c, Bijendra Patela ^b

^a Royal London Hospital, Barts Health NHS Trust, Londres, Reino Unido;

^b Barts Cancer Institute, Universidad Queen Mary de Londres, Londres, Reino Unido;

^c Facultad de Medicina de la Universidad de Aquino Bolivia UDABOL.

MENSAJE DEL PRESIDENTE

La investigación se constituye en un pilar estratégico para mejorar la calidad académica y el alto estándar educativo que promueve la Universidad de Aquino Bolivia.

En esta oportunidad nos sentimos complacidos de presentarles el "Estudio de validación del aspecto y constructo de nuevos modelos de transferencia de clavijas 3D para capacitación y evaluación de habilidades laparoscópicas en procedimientos de cirugía laparoscópica bidimensional y tridimensional", realizado por el Dr. Gilberto Lázaro Galloso, Jefe de la Carrera de Medicina de nuestra Universidad, junto a Alpa Morawala, Badriya Al Aرامي y Bijendra Patel.

Este trabajo de investigación es un aporte a la teoría y la práctica del conocimiento de las Ciencias Médicas, y a la vez un incentivo al desarrollo de nuevos estudios. Es una nueva técnica que beneficiará por su trascendencia a la formación de los estudiantes y también de los profesores, destinada a aplicarla en la práctica hospitalaria de la UDABOL, pero también del resto de los hospitales de Bolivia y la región.

La UDABOL presenta con orgullo esta investigación desarrollada como un aporte al desarrollo académico universitario y profesional.

Martín Dockweiler
Presidente de la
Corporación de Aquino
Bolivia

AUTORES

PHD. Dr. Gilberto Lazaro Galloso
Jefe de Carrera de Medicina UDABOL

Formado como Doctor en Medicina (Agosto 1988) en la Habana, con títulos académicos obtenidos como Especialista 1er grado Cirugía General (Noviembre/1995). Especialista 2do Grado en Cirugía General (Septiembre/2008), Máster en Ciencias en Administración de Empresas (Diciembre/2008). Máster en Ciencias en Urgencias Médicas (Julio/2009). Doctor en Ciencias Médicas. PhD. (Octubre/2012). Estudios de Postgrados realizados en Shock Séptico y abdomen abierto (Marzo /1995), Curso Integrado de Apoyo Vital 1997 (Marzo/1998), Curso Cirugía Conservadora de la mama (Junio/1997), Curso de Cirugía de la Hernia Inguinal (Marzo/1998), Curso de Laparoscopia Diagnóstica (Enero/1999), Diplomado de Cirugía de Campaña (Mayo/1999), Actualización en el diagnóstico y tratamiento del Carcinoma

Mamario (Sept/1999), Entrenamiento en Cirugía Video Laparoscópica (Mayo/2000), Diplomado en Pedagogía Médica Superior (Diciembre/2003), Curso Nacional de Imagenología (Febrero/ 2005), Curso La Enfermedad Mamaria (Mayo/2005), Curso de Metodología de la Investigación (Mayo/2005).

TRABAJOS DE INNOVACIÓN. RACIONALIZACIÓN

Elevador uterino para Cirugía video laparoscópica (Innovación / 2009).

Multimedia educativa para el entrenamiento en cirugía video laparoscópica: colecistectomía (Racionalización/2010).

SOCIEDAD CIENTÍFICA A LA QUE PERTENCE

Sociedad Cubana de Cirugía.

Sociedad Cubana de Cirugía Endoscópica.

AUTORES

Bijendra Patela B

El Dr. Bijendra Patel es un cirujano académico y un emprendedor, líder mundial en Technology Enhanced Learning (Aprendizaje Mejorado por Tecnología) (por sus siglas en inglés TEL). Ha sido pionero en el uso de la simulación VR / AR (Realidad Virtual/Realidad Aumentada) para la investigación y el desarrollo del plan de estudios para la educación médica y el estableciendo títulos de educación superior para adquirir habilidades quirúrgicas a través de la simulación. Es fundador del concepto "Virtual Medical University" (Universidad de Medicina Virtual) para la globalización de la educación médica. En 2005 se desarrolló este concepto a través de la creación de un plan de estudios único para el primer curso de maestría del mundo MSc Surgical Skills and Sciences (MSc Habilidades Quirúrgicas y Ciencias) para la adquisición de habilidades quirúrgicas mediante "Virtual Reality Simulation" (Simulación de Realidad Virtual) en las instituciones Barts Cancer Institute (Instituto de Cáncer de Barts, Londres Reino Unido) y la universidad Queen Mary University of London (Universidad Queen Mary de Londres, Reino Unido).

Alpa J Morawala Becaria AB

Investigador clínico en cirugía, parte del proyecto de investigación de maestría de MBC: Habilidades quirúrgicas, investigación realizada por la ciencia y el Dr. Bijendra Patel sobre el desarrollo de nuevos modelos de entrenamiento de cirugía laparoscópica.

Actualmente trabaja como profesor clínico en el Barts Cancer Institute (Instituto del Cáncer de Barts) de la Queen Mary University of London (Universidad Queen Mary de Londres)

Badriya Alaraimi AB

Registradora sénior en cirugía con especial interés en cirugía laparoscópica y hepatobiliar. Anteriormente ha publicado una investigación que compara el rendimiento en cirugía laparoscópica 2D y 3D.

INTRODUCCIÓN

Este es el primer artículo revisado por pares, escrito y publicado por una colaboración entre la Queen Mary University (Universidad Queen Mary de Londres, Reino Unido) y la Universidad de Udabol, Santa Cruz Bolivia. El artículo ha sido aceptado por la prestigiosa revista "Journal of Surgical Simulation" (Revista De Simulación Quirúrgica), que es la publicación académica de la "Society of Surgical Simulation" (Sociedad de Simulación Quirúrgica). La UDABOL (Universidad de Aquino Bolivia) formó una asociación académica con la Universidad; Queen Mary University (Universidad Queen Mary de Londres, Reino Unido) y la institución Barts Medical School (Escuela de Medicina de Barts, Reino Unido) para promover: la colaboración, la investigación, la enseñanza, la innovación y la salud global, que servirán de apoyo para la ambición de desarrollar el Hospital Universitario SAMD de clase mundial. A Shafi Ahmed y Martin Dockweiler les gustaría expresar su extrema gratitud a los equipos de investigación académica de ambas instituciones por la producción de este trabajo emocionante e innovador que demuestra que la búsqueda de la ciencia puede ser verdaderamente democrática y global.

ÍNDICE

15	RESUMEN
16	ANTECEDENTES
18	TAREA
18	MODELOS
30	DISCUSIÓN
34	CONCLUSIONES
35	REFERENCIAS

RESUMEN

El módulo de formación Fundamentals in Laparoscopic Surgery, (Principios Fundamentales en Cirugía Laparoscópica (por sus siglas en inglés FLS) es ampliamente utilizado en la práctica, tanto en la de adquisiciones de habilidades como en las evaluaciones objetivas. El modelo de transferencia de clavijas permite al aprendiz adquirir habilidades laparoscópicas básicas. Estructuramos tres modelos diferentes de transferencia de clavijas 3D (tridimensionales) de distintas alturas y profundidades para replicar la anatomía laparoscópica en 3D. Antes de implementar y usar cualquier modelo de simulación en un plan de estudios de laparoscopia, es importante determinar la validez del modelo de simulación.

Objetivo: Establecer la validez de aspecto y constructo de modelos novedosos de transferencias de clavijas 3D en sistemas visuales 2D y 3D para el entrenamiento y evaluación de habilidades laparoscópicas en novicios utilizando el sistema inanimado McGill.

Métodos: Se diseñaron tres modelos 3-D de transferencia de clavijas con una variedad de alturas y profundidades usando bloques de madera del juego popular "Jenga". Se reclutaron 10 novicios, 10 intermedios y 10 expertos (N = 30) que realizaron tres repeticiones de transferencia de clavija en cada modelo utilizando la modalidad visual 3D y 2D. Se midieron el tiempo de ejecución, el error y el puntaje total. Se utilizaron pruebas de comparación múltiple (bonferroni post hoc) para comparar los datos (valor medio del tiempo total, errores totales y puntaje total) de

cada grupo. Todos los participantes respondieron seis preguntas de los cuestionarios posteriores a la prueba (validez de aspecto) para las modalidades de visualización 2D y 3D.

Resultados: Los tres nuevos modelos mostraron una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.001$) en la puntuación total y el tiempo de ejecución; cuando comparamos novicios con

intermedios y expertos en las modalidades visuales 2D y 3D, a excepción del modelo 2 en 2D. No se pudo demostrar ninguna diferencia en el puntaje total y el tiempo de ejecución en la comparación de expertos e intermedios con los 3 modelos en las modalidades visuales 2D y 3D. Todos los modelos tuvieron una calificación alta para el uso en ambas modalidades visuales.

Conclusión: se desarrollaron tres modelos para mejorar las habilidades quirúrgicas laparoscópicas. La validez de aspecto y constructo se demostró midiendo una mejora significativa en el tiempo de ejecución y la puntuación total más baja, cuando los novicios se compararon con intermedios y expertos en ambas modalidades visuales 2D y 3D.

Se recomienda utilizar el modelo 1 y 3 para el entrenamiento de simulación en ambas modalidades visuales y esto debería reemplazar los actuales modelos bidimensionales relativamente "planos" para el módulo de capacitación FLS (Principios Fundamentales de la Cirugía Laparoscópica) a fin de acortar la curva de aprendizaje.

ANTECEDENTES

La cirugía laparoscópica estándar se practica en dos dimensiones (2D), por lo que requiere un entrenamiento intenso y práctica durante períodos más largos para desarrollar una compleja coordinación mano-ojo, percepción de profundidad y habilidades bimanuales.

El avance tecnológico, especialmente los monitores y la videoescopia utilizados en la cirugía laparoscópica, mejoran consistentemente a lo largo de los años. Sin embargo, sigue siendo un desafío tanto para la práctica clínica como para el entrenamiento, ya que la cirugía laparoscópica requiere una mayor coordinación mano-ojo, percepción de profundidad y habilidades bimanuales. Los cambios en la cantidad y la duración del entrenamiento, combinados con la creciente demanda global y la escasez de los mandatos del profesional médico crean la necesidad de una formación acelerada para acortar la curva de aprendizaje.

La simulación quirúrgica es ahora un modo de entrenamiento bien establecido. La simulación se utiliza

ampliamente en diversas áreas de especialización (1) (2) (3). Una variedad de simuladores de bajo costo y alta fidelidad y modelos de capacitación están disponibles en el mercado. Las tecnologías de simulación incorporan diversos productos que incluyen simuladores de realidad virtual basados en computadora, maniqués estáticos de alta fidelidad, plásticos o sintéticos, animales vivos o productos de origen animal y cadáveres humanos; la mayoría de los cuales son demasiado costosos.

Un módulo validado como el Fundamentals in Laparoscopic Surgery (Principios Básicos de la Cirugía Laparoscópica) (por sus siglas en inglés FLS) de la " Society of American Gastrointestinal Endoscopic Surgeons" (Sociedad de Cirujanos Endoscópicos y Gastrointestinales Americanos) (por sus siglas en inglés SAGES) es ampliamente utilizado en la práctica para la adquisición de habilidades y evaluaciones objetivas. Diecisiete (74%) estudios (4) mostraron que los puntajes totales en habilidades de FLS discriminan entre los niveles de entrenamiento, generalmente en diferentes años de

posgrado, que ofrecen evidencia de validez débil; pero a la vez de apoyo a dicha evidencia (5).

La función 3D simplifica la apreciación de estructuras esenciales, características anatómicas y proporciona una guía espacial visual que es vital para el proceso de aprendizaje continuo de minimización de daño (5). Varios estudios implícitos en 3D facilitan la ejecución de tareas complejas con rendimientos mejorados (6) (7) (8) (9) (10) (11).

Pocas investigaciones (12) (13) han confirmado que 3D no agregaría ningún beneficio a los cirujanos experimentados debido a sus extensas experiencias laparoscópicas en 2D. Por otra parte; estudios recientes han demostrado con éxito el rendimiento mejorado de cirujanos experimentados cuando se utilizó la modalidad visual 3D (14) (15) (16). Por lo tanto, postulamos que un modelo de entrenamiento verdaderamente tridimensional podría acelerar el aprendizaje y la adquisición de habilidades.

La validación operacional (17) consiste en determinar si el comportamiento de rendimiento del modelo de simulación tiene la precisión requerida para el propósito previsto del modelo sobre el dominio de la aplicabilidad prevista. La aplicabilidad prevista del modelo generalmente se prueba en diferentes condiciones experimentales. Un modelo puede ser válido para un tipo de entrenamiento bajo ciertas condiciones; sin embargo, podría ser inválido para otro.

Con esto en mente, nuestro objetivo fue desarrollar nuevos modelos de entrenamiento económicos para la transferencia de clavijas, que serían más adecuados para adquirir habilidades quirúrgicas en 2D y 3D con énfasis particular en mejorar la percepción de profundidad para los novicios. El objetivo de este estudio es establecer la validez del constructo y aspecto de tres nuevos modelos de transferencia de clavijas 3-D en sistemas visuales 2D y 3D utilizando el McGill Inanimate System for Training and Evaluation of Laparoscopic Skills (Sistema Inanimado McGill para la Capacitación y la Evaluación de Habilidades Laparoscópicas).

Metodología

El estudio fue realizado en el centro de enseñanza; Barts Cancer Institute (Instituto de Cáncer de Barts), de la Queen Mary University of London (Universidad Queen Mary de Londres) y se planificó de acuerdo con la declaración CONSORT (Fig. 1). Este fue un estudio prospectivo en el que se reclutaron 30 participantes (novicios, intermedios, expertos) que cumplieran con los criterios de inclusión.

Tarea y Modelos de Simulador laparoscópica

El estudio incluyó la tarea de transferencia de clavijas de FLS. Establecimos los errores y el puntaje de penalización para cada tarea según el plan de estudios de FLS (tabla 1). Los nuevos modelos 3D fueron utilizados en una caja de entrenamiento para adquirir habilidades laparoscópicas, habilidades bimanuales, coordinación mano-ojo y percepción de profundidad.

TAREA

Esta tarea implica la manipulación laparoscópica bimanual de bloques/cubos de goma. Con la pinza/disectora en la mano no dominante, se levanta la clavija de descanso, se la transfiere a la mano dominante y se la coloca en el lado opuesto de la tabla. Cada transferencia debe estar en el aire, sin usar las estacas o bloques para asistencia. Una vez que se han transferido todos los bloques, el proceso se invierte y los bloques vuelven a su ubicación original.

MODELOS (Tabla 1)

A) MODELOS 3D

Desarrollo de modelos clavija 3D

Un equipo de expertos laparoscópicos y nuestro equipo de investigación desarrollaron conjuntamente los modelos de transferencia de clavijas 3D formados por el

juego "Jenga" con diferentes alturas y profundidades. Los modelos son fáciles de hacer usando bloque de madera del juego popular "Jenga".

Modelo 1: Este modelo fue construido en un patrón de graderías. Tiene tres gradas las cuales tienen tres clavos instalados en cada una. Se construyeron las gradas para darle al modelo distintas profundidades y alturas. Seis clavijas pueden ser utilizadas para ser transferidas de una grada a otra. Esta maniobra imitaría la manipulación a diferentes alturas.

Modelo 2: Este modelo está compuesto por dos torres verticales en la parte posterior y en la parte delantera, una torre horizontal encima de una vertical. Esto forma una pequeña grada en la parte posterior entre dos torres largas. Es bastante difícil llegar a esa área. Se pueden utilizar cinco clavijas de goma. Esta variación se da para simular la percepción de profundidad. Además, puede replicar el trabajo a diferentes alturas mientras se está en un campo visual.

Modelo 3: Tiene una torre vertical en el centro con un clavo en la parte superior, el patrón de gradas en el lado izquierdo consiste en tres clavos, en tanto que una torre horizontal en el lado derecho que tiene montados dos clavos. Se usaron cinco clavijas para maniobrar. Este modelo fue creado para replicar la percepción de profundidad en diferentes niveles.

B) MODELO 2D

Es un tablero blanco plano, que tiene 12 clavos, igualmente organizados en un patrón diferente en los lados derecho e izquierdo. Todo está dispuesto en una superficie plana, por lo tanto, no proporciona una vista de trabajo a diferentes profundidades.

3D MODELOS	2D MODELOS	DETALLES Y TAREAS DE LOS MODELOS
<p data-bbox="224 789 431 842">Transferencia-clavija (modelo-1)</p>  <p data-bbox="224 1056 431 1108">Transferencia-clavija (modelo-2)</p>  <p data-bbox="224 1346 431 1398">Transferencia-clavija (modelo-3)</p> 	 <p data-bbox="638 1016 805 1041">FLS MODELO 2D</p>	<p data-bbox="989 789 1349 842">Modelos 3D y 2D descripción (tal como fue descrito anteriormente)</p> <p data-bbox="989 905 1369 978">Tarea: Levantar la clavija con la mano no dominante, transferirla a la mano dominante y soltarla sobre los picos.</p> <p data-bbox="989 1125 1333 1178">Materiales: tornillos de ángulo recto en un tablero de madera con clavijas.</p> <p data-bbox="989 1314 1409 1409">Puntuaciones de errores y penalizaciones: Dejar caer la clavija: 1) Dentro del campo de visión (10 puntos) 2) Fuera del campo de visión (20 puntos)</p>

Tabla 1: Modelos 3D (1-3) y Modelo 2D FLS

Evaluaciones:

Recolectamos los datos midiendo los siguientes:

1. Puntuación total = puntaje de penalización + tiempo de ejecución
2. Tiempo de ejecución = El tiempo para esta tarea comienza al tocar el primer objeto. El tiempo finaliza cuando se libra el último objeto.
3. Errores y puntajes de penalización: caída de la clavija;
 - a. Dentro del campo de visión = 10 puntos
 - b. Fuera del campo de visión = 20 puntos

Equipo

Entrenamiento 2D:

1. Caja de Entrenamiento: LaproTrain creado por Endosim (52x38x24 cm³) con 5 distintos puertos de acceso (con una cámara adjunta 2d.)
2. Monitor: LG 32LW450U, tamaño de pantalla 32 pulgadas (32"), LED TV (Alta Definición, resolución 1,920 X 1,080, Índice de Claridad y Moción:400Hz).
3. Cámara: adjunto al entrenador de caja.

Entrenamiento3D:

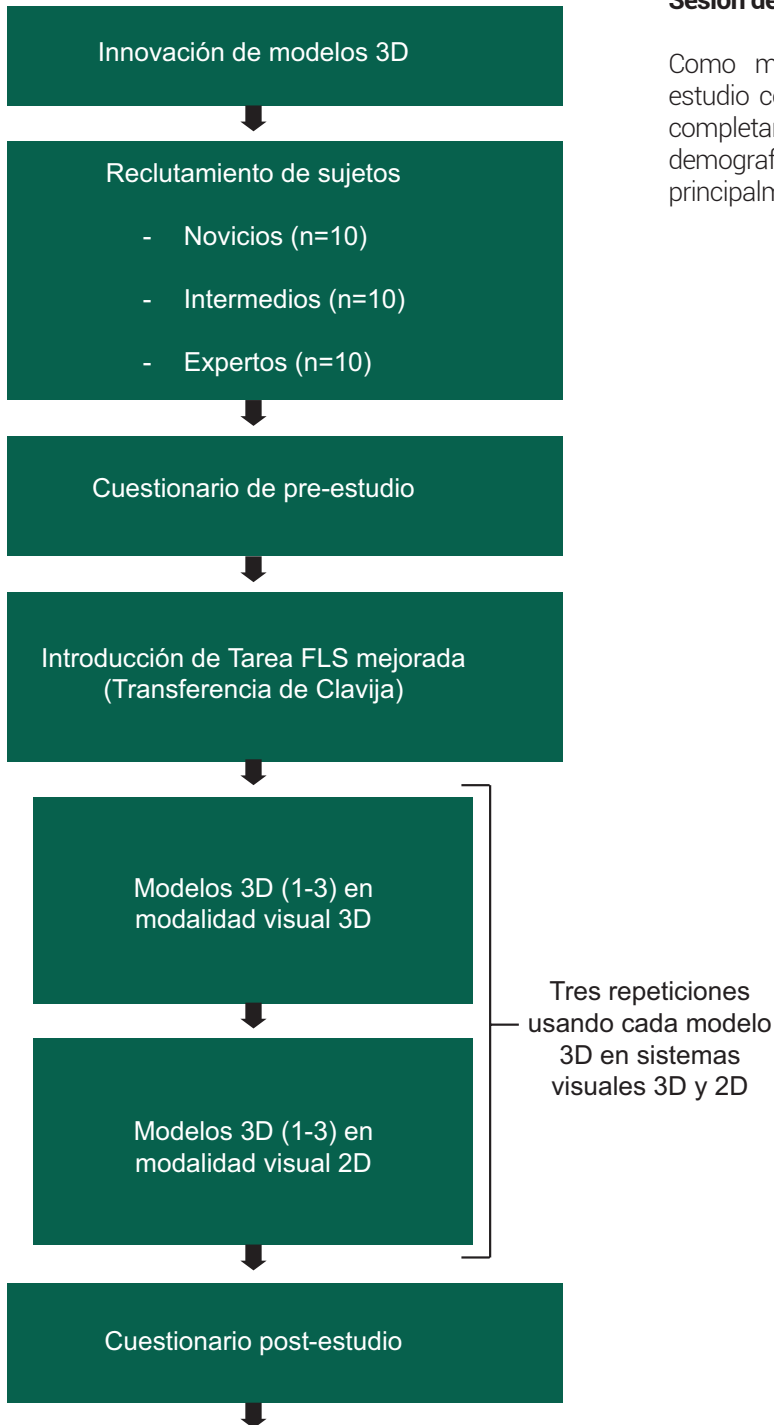
1. Caja de Entrenamiento: LaproTrain creado por Endosim (52x38x24 cm³) con 5 distintos puertos de acceso.
2. Monitor: LG 32LW450U, tamaño de pantalla 32 pulgadas (32"), 3D LED TV (Alta Definición, resolución 1,920 X 1,080, Índice de Claridad y Moción : 400Hz).
3. Camera: Filmadora Sony HDR-TD10 Handycam, 10x zoom óptico en 3D. El monitor es mantenido a 2 metros del participante. Gafas de Obturación: (Lentes pasivos 3d, Peso: 16g).

Población de Estudio

Este estudio incluye sujetos de tres categorías diferentes; novicios, intermedios y expertos (Tabla: 2). Los novicios incluyen diez estudiantes de medicina junto con aprendices de base (FY1 y FY2). El grupo intermedio está formado por diez aprendices quirúrgicos, incluidos los aprendices de cirugía central (CT1, CT2) y los especialistas (ST3, ST4). Un grupo de expertos involucra a diez aprendices especializados ST5 y superiores.

CARACTERÍSTICAS DE PARTICIPANTES		
NOVICIOS	INTERMEDIOS	EXPERTOS
<p>Estudiantes de Medicina, Aprendices de Principios Básicos (años 1 y 2)</p> <p>Sin experiencia en simulación laparoscópica o cirugía laparoscópica.</p>	<p>Aprendices de cirugía principal (Año 1 y 2); Aprendices especializados (año 3 y 4) <20 cirugías asistidas / realizadas</p> <p>Habilidad para realizar cirugía básica de forma independiente.</p> <p>Experiencia de simulación >3 h</p> <p>De diez participantes, ocho tenían <12 meses de experiencia laparoscópica, mientras que dos habían estado practicando más de un año.</p>	<p>Cirujanos laparoscópicos (ST5 y superiores) que son bien reconocidos en su campo y que realizaron un mínimo de 200 procedimientos laparoscópicos,</p> <p>Involucrados en la enseñanza y entrenamiento de los aprendices en cursos laparoscópicos específicos.</p> <p>Exposición mínima a la simulación Sin exposición del sistema laparoscópico 3D</p>

Tabla: 2 características detalladas de los participantes en cada categoría



Sesión de Entrenamiento

Como muestra el diagrama CONSORT (Fig. 1), el estudio comenzó con el reclutamiento. Los candidatos completaron la encuesta pre-estudio que explora su demografía, simulación y experiencias quirúrgicas principalmente laparoscópicas.

Figura 1: Cuadro de CONSORTE

Validez del constructo: Antes de cada etapa, a cada participante del estudio se le mostró un video introductorio que explicaba las tareas y una explicación verbal, que incluía la instrucción del manejo de los instrumentos dados, para garantizar la reproducibilidad de la instrucción. Además, se entregó a cada participante un documento descriptivo, por escrito, de cada tarea y los errores posibles (Figura 1). Además, un instructor capacitado en FLS llevó a cabo una demostración de uno a uno para eliminar posibles sesgos.

A fin de familiarizarlos con el equipo, el grupo de novicios realizó una tarea dos veces en el Modelo 1 y los otros dos grupos la realizaron solo una vez. Todos los participantes iniciaron el estudio utilizando la modalidad visual 3D seguida de la modalidad 2D. Cada participante repitió tres veces las tareas, en cada modelo, en ambos sistemas visuales. La recopilación de datos se realizó por tiempo para completar la tarea y la cantidad de errores (penalizaciones).

El cuestionario entre sesiones: utilizado para registrar los efectos secundarios se realizó mientras el candidato estaba ejecutando el entrenamiento con el sistema 3D. A cada participante se le pidió que señale, entre cada sesión, si habían efectos secundarios que notaron con el uso de la modalidad visual 3D.

Validez de Aspecto: la validez de aspecto fue establecida por los participantes que completaron los cuestionarios posteriores a la prueba (Figura 2) (validez de Aspecto) para dos modalidades de visualización diferentes. Se les pidió a los participantes que calificaran cada modelo por su apariencia, manejo del instrumento, utilidad para la coordinación mano -ojo, percepción de profundidad y otras habilidades manuales requeridas para cada tarea. También se les pidió que calificaran si los modelos eran lo suficientemente buenos para usar ambas manos.

Q1	QUÉ TAN REALISTA SE VEN?
Q2	¿CUAN REALISTA ES LA MANIPULACIÓN DE INSTRUMENTOS?
Q3	UTILIDAD DE 2D / 3D - COORDINACIÓN MANO-OJO
Q4	CAPACIDAD DE PERCIBIR PROFUNDIDAD EN 2D \ 3D
Q5	¿QUÉ TAN BIEN REPRESENTA EL MODELO LAS HABILIDADES MANUALES NECESARIAS PARA LA TRANSFERENCIA DE CLAVIJA?
Q6	¿QUE TAN BIEN PRUEBA EL MODELO EL USO DE AMBAS MANOS?

Figura 2: CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE ASPECTO; clasificado usando la escala de Likert (1-5)

Estadísticas: La Recolección de datos realizada por tiempo para completar la tarea y número de errores (penalizaciones). El puntaje total (tiempo) se evaluó sumando el número de errores al tiempo para completar la tarea. El puntaje más bajo refleja un mejor rendimiento. Los resultados se recopilaron inicialmente en hojas de cálculo de Excel (Excel para Windows Microsoft Corporation, Redmond, WA, EE. UU.) Y luego se transfirieron a Graph pad prism 6 (EE. UU.). Los datos se analizaron mediante análisis de varianza de una vía (ANOVA) con comparaciones múltiples (prueba de Bonferroni post hoc) para obtener diferencias entre los tres grupos (validez de constructo). Los valores $P < 0,05$ fueron considerados estadísticamente significativos; alfa fue elegido en el nivel 0.05.

Resultados

30 participantes {novicios ($n = 10$), intermedios ($n = 10$), expertos ($n = 10$)} completaron el estudio plenamente en ambas modalidades visuales. De acuerdo con los datos demográficos (Tabla 2), los intermedios tenían más experiencia en capacitación con caja de entrenamiento y realidad virtual que los expertos. Algunos expertos tuvieron una exposición mínima al entrenamiento laparoscópico 3D.

La validez de constructo: Novedosos modelos 3D (1-3) en modalidades visuales 2D y 3D

1) Puntaje promedio total en las modalidades visuales 3D y 2D (Tabla 3)

En 3D para los tres nuevos modelos, pudimos mostrar una diferencia estadísticamente significativa en el puntaje total cuando comparamos novicios con intermedios y expertos: Grupo 1 vs. 2 (novicios vs. intermedios) ($p < 0.05$) y Grupo 1 vs. 3 (novicios vs. expertos) ($p < 0.05$).

En 2D pudimos mostrar una diferencia estadísticamente significativa en la puntuación total solo en el modelo 1 y el modelo 3 cuando comparamos novicios con intermedios y expertos: grupo 1 vs. 2 (novatos vs. intermedios) ($p < 0.05$) y Grupo 1 vs. 3 (novicios vs. expertos) ($p < 0.05$). Para el modelo 2 en 2D, la diferencia estadísticamente significativa solo se observó cuando se compararon los novicios con los expertos sin diferencia en la puntuación cuando se compararon los novicios con los intermedios. (Tabla 2)

No hubo diferencia en el puntaje total cuando comparamos a los intermedios con los expertos para todos los modelos tanto en 2D como en 3D. (Tabla 3)

Tabla: 3 Validez de constructo: Puntuación total = tiempo de ejecución + penalizaciones por rendimiento para los modelos (1-3) en las modalidades visuales 3D y 2D

EJERCICIOS	GRUPO1 Novicios (n=10)	GRUPO2 Intermedios (n=10)	GRUPO3 Expertos (n=10)	ANOVA P (valor)	COMPARACIÓN MÚLTIPLE Prueba Tukey		
	Promedio (Rango)				Comparaciones	Significativo Si/No	Valor P
TRANSREFERENCIA CLAVIJA	Modalidad Visual 3D						
M-1	191.8 (155-285)	116 (61-168)	122.4 (87-153)	P<0.0001	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	S S N	<0.001 <0.001 >0.05
M-2	159.2 (133-196)	126 (75-161)	133.2 (121-142)	P=0.008	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	S S N	<0.01 <0.05 >0.05
M-3	147.8 (118-190)	91 (60-144)	102.3 (87-121)	P<0.0001	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	S S N	<0.0001 <0.0001 >0.05
TRANSREFERENCIA CLAVIJA	Modalidad Visual 2D						
M-1	234.6 (191-304)	150.7 (76-207)	150.3 (131-191)	P<0.0001	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	S S N	<0.0001 <0.0001 >0.05
M-2	197.8 (150-279)	174.2 (79-211)	152.0 (137-164)	P=0.01	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	N S N	>0.05 <0.05 >0.05
M-3	181.9 (142-231)	110.5 (63-143)	123.4 (118-136)	P<0.0001	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	S S N	<0.0001 <0.0001 >0.05

2) Tiempo promedio total de rendimiento en las modalidades visuales 3D y 2D (Tabla4)

En 3D para los tres nuevos modelos, pudimos mostrar diferencias estadísticamente significativas en el tiempo total de rendimiento cuando comparamos novicios con intermedios y expertos: Grupo 1 vs. 2 (novicios vs. intermedios) ($p < 0.05$) y Grupo 1 vs. 3 (novicios vs. expertos) ($p < 0.05$).

En 2D, pudimos mostrar una diferencia estadísticamente significativa en el tiempo de ejecución solo en el modelo

1 y el modelo 3 cuando comparamos novicios con intermedios y expertos: grupo 1 vs. 2 (novicios vs. intermedios) ($p < 0.05$) y Grupo 1 vs. 3 (novicios vs. expertos) ($p < 0.05$). Para el modelo 2 en 2D, la diferencia estadísticamente significativa solo se observó cuando se compararon los novicios con los expertos sin diferencia en la puntuación al comparar los novicios con los intermedios. (Tabla 4)

No hubo diferencias en el tiempo de rendimiento cuando comparamos intermedios con expertos para todos los modelos tanto en 2D como en 3D. (Tabla 4)

Tabla: 4 Validez de constructo: Tiempo Promedio total para el rendimiento de los modelos (1-3) en las modalidades visuales 3D y 2D

EJERCICIOS	GRUPO 1 Novicios (n=10)	GRUPO 2 Intermedios (n=10)	GRUPO 3 Expertos (n=10)	ANOVA P (valor)	COMPARACIÓN MÚLTIPLE Prueba Tukey		
	Promedio segundos (Rango)				Compara- ciones	Significativo Si/No	Valor P
TRANSREFERENCIA CLAVIJA	Modalidad Visual 3D						
M-1	189.9 (155-274)	114.2 (60-168)	121.6 (87-150)	P=0.0005	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	S S N	<0.05 <0.01 >0.05
M-2	158.4 (131-196)	125.1 (75-161)	132.3 (121-139)	P=0.01	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	S S N	<0.01 <0.01 >0.05
M-3	129.2 (118-180)	90.9 (58-114)	101.7 (87.3-117)	P<0.0001	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	S S N	<0.0001 <0.0001 >0.05
TRANSREFERENCIA CLAVIJA	Modalidad Visual 2D						
M-1	230.9 (191-304)	148.4 (76-207)	147.7 (128-188)	P<0.0002	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	S S N	<0.05 <0.0001 >0.05
M-2	192.4 (145-230)	169.6 (79-211)	150.8 (142-164)	P=0.04	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	N S N	>0.05 <0.05 >0.05
M-3	178.6 (142-223)	109.7 (63-142)	121.3 (117-132)	P=0.0002	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	S S N	<0.05 <0.001 >0.05

3) Tiempo promedio total de penalizaciones en las modalidades visuales 3D y 2D (Tabla 5)

Cuando se calcularon las penalizaciones totales promedias de rendimiento para ambas modalidades visuales 3D y 2D,

se observó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) para el modelo 2 en 2D para el grupo 1 vs. 3 y el grupo 2 vs. 3. Modelos 1 y 3; no se observó un valor estadísticamente significativo. En el sistema visual 3D, no se observó diferencia estadística para ningún modelo.

Tabla: 5 Validez de constructos; Promedio de penalizaciones totales por rendimiento para los modelos (1-3) en las modalidades visuales 3D y 2D

EJERCICIOS	GRUPO 1 Novicios (n=10)	GRUPO 2 Intermedios (n=10)	GRUPO 3 Expertos (n=10)	ANOVA P (value)	COMPARACIÓN MÚLTIPLE Prueba Tukey's		
	Promedio (Rango)				Compara- ciones	Significativo Si/No	Valor P
TRANSREFERENCIA CLAVIJA	Modalidad Visual 3D						
M-1	1.8 (0-11)	1.6 (0-5)	0.81 (0-3.3)	P>0.05	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	N N N	>0.05 >0.05 >0.05
M-2	0.8 (0-1.6)	0.9 (0-3.3)	1.3 (0-3.3)	P>0.05	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	N N N	>0.05 >0.05 >0.05
M-3	2.1 (0-10)	0.8 (0-1.6)	0.6 (0-3.3)	P>0.05	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	N N N	>0.05 >0.05 >0.05
TRANSREFERENCIA CLAVIJA	Modalidad Visual 2D						
M-1	3.6 (0-13.3)	2.2 (0-5)	2.6 (0-3.3)	P>0.05	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	N N N	>0.05 >0.05 >0.05
M-2	5.3 0-13.3)	4.6 (0-10)	1.3 (0-3.3)	P>0.05	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	N S S	>0.05 <0.05 <0.05
M-3	3.3 (0-10)	0.6 (0-1.6)	1.9 (0-5)	P>0.05	Grupo 1 vs.2 Grupo 1 vs.3 Grupo 2 vs.3	N N N	>0.05 >0.05 >0.05

Validez de Aspecto (Tabla 6):

Todos los participantes respondieron las seis preguntas de los cuestionarios posteriores a la prueba (validez de Aspecto). Usando la escala de Likert, se les pidió

a los participantes que calificaran cada modelo por sus características tanto en 2D como en 3D, lo que se muestra en la tabla 6 como valor promedio para todos los participantes.

Tabla: 6 VALIDEZ DE ASPECTO PARA TAREAS 1-5 en 3D

***Calificaciones en 1 a 5 escala de Likert (1 = muy malo, 2 = malo, 3 = ni bueno ni malo, 4 = bueno, 5 = muy bueno).**

	TRANSFERENCIA DE CLAVIJA N=30 (Promedio)	MODELO-1			MODELO-2			MODELO-3		
		3D	2D	P-value	3D	2D	P-value	3D	2D	P-value
Q1	¿Qué tan realista se ven?	4.3	3.3	<0.00001	4.4	3.4	<0.00001	4.2	3.5	<0.00001
Q2	¿Cuán realista es la manipulación de instrumentos?	4.4	3.2	<0.00001	4.2	3.3	<0.00001	4.2	3.4	<0.00001
Q3	Utilidad de 2D / 3D - coordinación mano - ojo	4.3	2.8	<0.00001	4.3	3.6	0.0007	4.5	3.3	<0.00001
Q4	Capacidad de percibir profundidad en 2D\3D	4.4	2.7	<0.00001	4.3	3.2	<0.00001	4.3	3.3	<0.00001
Q5	¿Qué tan bien representa el modelo las habilidades manuales necesarias para la transferencia de clavijas?	4.4	3.1	<0.00001	4.2	3.4	<0.00001	4.3	3.3	<0.00001
Q6	¿Qué tan bien prueba el modelo el uso de ambas manos?	4.4	4.1	0.006	4.2	4.0	0.07	4.6	4.0	<0.00001

Los novicios, intermedios y expertos otorgaron mayor calificación a cada nuevo modelo cuando se visualizaron en 3D, con una puntuación mayor a 4 de 5 para las seis características. Esto fue estadísticamente significativo para cinco de seis preguntas (p-valor <0.00001), lo que hace que los nuevos modelos de capacitación sean

apropiados y factibles para aprender laparoscopia en un entorno 3D en cualquier nivel de experiencia.

Cuestionarios llenados entre sesiones: No se reportaron efectos secundarios obvios durante el uso del sistema visual 3D.

DISCUSIÓN

En la literatura reciente (17), hay cuatro enfoques básicos de toma de decisiones para decidir si un modelo de simulación es válido.

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Verificación combinada por los usuarios del modelo del equipo de desarrollo (cuando el equipo de desarrollo del modelo fuere pequeño) 2. Puntuación del modelo: mientras se realizan investigaciones para evaluar varios aspectos del uso del modelo 3. Verificación y validación independientes "(IV & V), utiliza a terceros (parte independiente) 4. Verificación subjetiva por parte del equipo de desarrollo del modelo (utilizada con más frecuencia). | <ol style="list-style-type: none"> 1. Validez de Aspecto 2. Comparación con otros modelos / sistema 3. Animación 4. Ensayos Degenerativos 5. Validez del evento 6. Pruebas de condición extrema 7. Validación de datos históricos 8. Métodos históricos 9. Validez interna 10. Validación de múltiples etapas 11. Gráficos operacionales 12. Variabilidad del parámetro 13. Validación predictiva 14. Rastros 15. Pruebas de Turing |
|--|--|

Para el propósito de nuestra investigación, hemos utilizado los primeros dos métodos; verificación combinada por el equipo de desarrollo y los usuarios del modelo y la puntuación del modelo mientras se realiza una investigación para la evaluación del modelo. Varias técnicas de validación son descritas en la literatura listada a continuación (17). Para nuestra investigación, utilizamos las dos primeras de las siguientes técnicas (validez de aspecto y comparación con otro modelo / sistema).

Los residentes retienen y transfieren habilidades mejor si se les enseña de manera distribuida (18). No se comprende muy bien cómo ocurre el aprendizaje (19) y los posibles factores que influyen en la adquisición de habilidades; en particular, cómo los novicios adquieren y / o desarrollan habilidades laparoscópicas específicas.

Puede haber muchos factores que podrían influir en la adquisición de habilidades, como los campos visuales bidimensionales y tridimensionales, el tiempo de entrenamiento, los modelos de entrenamiento, el nivel de supervisión y la posible capacidad innata del aprendiz

quirúrgico. La identificación de los factores que facilitan u obstaculizan la adquisición es clave para minimizar la curva de aprendizaje. Nuestro estudio aborda uno de esos factores de la forma del modelo.

Se deberá desarrollar un modelo de capacitación para un propósito específico (o aplicación) y su validez debe determinarse con respecto a ese propósito. Varios modelos de simulación están siendo utilizados para entrenamiento de simulación quirúrgica. El desarrollador y los usuarios del modelo junto con los responsables de la toma de decisiones y las personas afectadas por dichas decisiones tomadas a partir de la información obtenida a partir de los resultados de los modelos se concierne justamente por el modelo y si los resultados son correctos y adecuados para su propósito. La verificación y validación del modelo son críticas en el desarrollo de un

modelo de simulación. Desafortunadamente, no existe un conjunto de pruebas específicas que puedan aplicarse fácilmente para determinar la "exactitud" de un modelo.

La Society of American Gastrointestinal Endoscopic Surgeons (Sociedad de Cirujanos Gastrointestinales y Endoscópicos Estadounidenses) (por sus siglas en inglés SAGES) creó un programa educativo llamado Fundamentals of laparoscopic Surgery (Principios Fundamentales en Cirugía Laparoscópica) (por sus siglas en inglés FLS) (20). Este programa se basa en una serie de ejercicios validados, desarrollados para adquirir habilidades quirúrgicas laparoscópicas (21) (22). Con el uso de FLS, la adquisición de habilidades puede medirse de forma cualitativa y objetiva, en función a la eficiencia y la precisión en la realización de las tareas quirúrgicas (20).

El modelo actual de transferencia de clavija FLS ha estado en práctica por más de 12 años y quizás no sea el modelo más adecuado porque todos los postes de las clavijas son de la misma altura y están montados sobre una superficie plana, por lo que carecen de contornos y profundidades.

Esto podría dificultar la adquisición de habilidades y prolongar la curva de aprendizaje en novicios. La tarea de transferencia de clavijas suele ser el primer ejercicio que realiza un principiante para desarrollar habilidades básicas en cirugía laparoscópica, es decir, coordinación mano-ojo, percepción de profundidad y habilidades bimanuales.

A medida que la evidencia más reciente propone que las habilidades simuladas son transferibles a la sala de operaciones (23) (24) (25) (26) -es importante maximizar las oportunidades de aprendizaje (27) en un ambiente libre de estrés. La capacitación laparoscópica en sistemas de imágenes tridimensionales en última instancia puede acortar el tiempo requerido para que los aprendices quirúrgicos alcancen un nivel básico de competencia que les permita obtener el máximo beneficio durante las oportunidades clínicas (28).

Hay evidencia emergente en la literatura sobre la superioridad del uso del campo visual tridimensional (3D) en cirugía laparoscópica con percepción de profundidad mejorada (29) (30) (31) (32) (33) (34). Por lo tanto, los modelos de entrenamiento más complejos con profundidad y contorno podrían tener un impacto en la curva de aprendizaje y mejorar el entrenamiento y la adquisición de habilidades tanto en sistemas visuales 2D como 3D.

Un último estudio (35) ha estructurado un modelo de entrenamiento a través de una combinación de impresión 3D y técnicas de efectos especiales, para permitir que los novicios adquieran una valiosa experiencia en técnicas quirúrgicas sin exponer a los pacientes a riesgo de daño.

Como establecido (36); el tiempo promedio de ejecución y el puntaje total han demostrado ser un factor significativo para diferenciar a los novicios de los intermedios y expertos. En 3D para los tres nuevos modelos, pudimos mostrar una diferencia estadísticamente significativa en el puntaje total y en el tiempo total de ejecución cuando comparamos a los novicios con intermedios y expertos.

Mientras se utiliza la escala Likert para evaluar la validez aparente; los novicios, intermedios y expertos clasificaron cada modelo en 3D con una calificación superior a 4 de 5 para las seis características.

Esto fue estadísticamente significativo para cinco de las seis preguntas (p -valor <0.00001), lo que hace que los nuevos modelos de capacitación sean apropiados y factibles para aprender la laparoscopia en el entorno 3D a cualquier nivel de experiencia. La mayoría de los participantes notaron que el modelo 2 ("Dos torres") es el más difícil de usar.

En 2D, pudimos mostrar una diferencia estadísticamente significativa en el puntaje total y el tiempo total de ejecución para el modelo 1 y el modelo 3 cuando comparamos novicios con intermedios y expertos. El puntaje total y el tiempo total de ejecución para el Modelo 2; la diferencia estadísticamente significativa, solo se observó cuando se compararon los novicios con los expertos. No se observó una diferencia significativa al comparar novicios con intermedios.

Cuando se calcularon las penalizaciones totales promedias para el rendimiento para ambas modalidades visuales 3D y 2D, se observó una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) para el modelo 2 en 2D cuando los novicios y los intermedios se compararon con los expertos; no se puede observar un valor estadísticamente significativo. En el sistema visual 3D, no se observó diferencia estadística para ningún modelo.

El entrenamiento simulado es una parte esencial del entrenamiento laparoscópico y uno esperaría que tanto intermedios como expertos ya habrían adquirido habilidades laparoscópicas básicas, por lo que no se beneficiarían de un entrenamiento adicional para adquirir las habilidades laparoscópicas centrales.

No hubo diferencia en el puntaje total y el tiempo de ejecución cuando comparamos intermedios con expertos para todos los modelos en 2D y 3D, por tanto recomendaríamos el uso de estos nuevos modelos para entrenar a los novicios para mejorar la experiencia de aprendizaje y la adquisición acelerada habilidades quirúrgicas laparoscópicas.

CONCLUSIONES

En este estudio, la validez de aspecto y constructo se obtuvieron para tres modelos recientemente disponibles para el entrenamiento de habilidades laparoscópicas. Combinados, constituyen un currículum de entrenamiento corto listo para usar en cualquier entrenador de video o caja.

El entrenamiento laparoscópico en sistemas de imágenes 3D que utilizan modelos 3D en última instancia puede acortar el tiempo requerido para que los aprendices quirúrgicos alcancen un nivel básico de competencia que les permita obtener el máximo beneficio durante las oportunidades clínicas.

Limitaciones: el cálculo de potencia no se llevó a cabo para este estudio.

REFERENCIAS

1. Fischer Q, Sbissa Y, Nhan P, Adjedj J, Picard F, Mignon A, Varenne O. Uso de la enseñanza basada en simuladores para mejorar el conocimiento y las competencias de los estudiantes de medicina: ensayo controlado aleatorizado. *J Med Internet Res*. 2018 24 de septiembre; 20 (9): e261.
2. Gala SG, Crandall ML. Colaboración Global para Modernizar la Capacitación de Soporte Vital Trauma Avanzado. *J Surg Educ*. 2018 Sep 20. pii: S1931-7204 (18) 30448-3.
3. Khan MH, Aslam MZ, McNeill A, Tang B, Nabi G. Transferencia de Habilidades del Laboratorio de Simulación a los Servicios Quirúrgicos: Impacto de un Curso Quirúrgico de Urología Laparoscópica de una Década. *J Surg Educ*. 2018 Sep 21. pii: S1931-7204 (18) 30311-8.
4. Zendejas B, Ruparel RK, Cook DA. Evidencia de validez para el programa Fundamentos de la Cirugía Laparoscópica (FLS) Como Herramienta de Evaluación: Una Revisión Sistemática. *Surg Endosc*. 2016 1 de febrero; 30 (2): 512-20.
5. Sliwinski J. Capacidad Visuoespacial y Daño en el Entrenamiento del Simulador Laparoscópico. 2010 [citado 2013 27 de octubre]
6. Alaraimi B, Bakbak WE, Sarker S, Makkiyah S, Al-Marzouq A, Goriparthi R, y col. Un Estudio Prospectivo Aleatorizado Que Compara la Adquisición de Habilidades Laparoscópicas en Laparoscopia Tridimensional (3D) Versus Bidimensional (2D). *Mundo J Surg*. 2014 1 de noviembre; 38 (11): 2746-52.
7. Tanagho YS, Andriole GL, Paradis AG, Madison KM, Sandhu GS, Varela JE, y col. Visualización 2D Versus 3D: Impacto en el Dominio Laparoscópico Utilizando los Fundamentos Del Conjunto de Habilidades de Cirugía Laparoscópica. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2012 Nov; 22 (9): 865-70.
8. Smith R, Day A, Rockall T, Ballard K, Bailey M, Jourdan I. La Tecnología Avanzada de Proyección Estereoscópica Mejora Significativamente el Rendimiento de los Principiantes en Habilidades Quirúrgicas Mínimamente Invasivas. *Surg Endosc*. 2012 Jun; 26 (6): 1522-7.
9. Honeck P, Wendt-Nordahl G, Rassweiler J, Knoll T. Las Imágenes Laparoscópicas Tridimensionales Mejoran el Rendimiento Quirúrgico en Tareas Laparoscópicas Ex-Vivo y Estandarizadas. *J Endourol Endourol Soc*. 2012 Aug; 26 (8): 1085-8.
10. Silvestri M, Simi M, Cavallotti C, Vatteroni M, Ferrari V, Freschi C, et al. Evaluación Autoestereoscópica del Visor Tridimensional a Través de la Comparación Con Las Interfaces Convencionales en Cirugía Laparoscópica. *Surg Innov*. 2011 1 de septiembre; 18 (3):223-30.
11. Feng C, Rozenblit JW, Hamilton AJ. Una Evaluación Computarizada Para Comparar el Impacto del Monitor Laparoscópico Estándar, Estereoscópico y de Alta Definición en la Técnica Quirúrgica. *Surg Endosc*. 2010 1 de noviembre; 24 (11): 2743-8.
12. Cicione A, Autorino R, Breda A, De Sio M, Damiano R, Fusco F, et al. Laparoscopia Tridimensional Versus Estándar: Evaluación Comparativa Usando un Programa Validado Para las Habilidades Urológicas Laparoscópicas. *Urología*. 2013 Dic; 82 (6): 1444-50
13. Patel HRH, Ribal M-J, Arya M, Nauth-Misir R, Joseph JV. ¿Vale la Pena Volver a Visitar la Visualización Tridimensional laparoscópica? Una Evaluación Validada. *Urología*. 2007 julio; 70 (1): 47-9.
14. Sahu D, Mathew MJ, Reddy PK. Laparoscopia 3D: Ayuda o Publicidad; Experiencia Inicial de un Centro Terciario de Salud. *J Clin Diagn Res JCDR*. 2014 julio; 8 (7): NC01.

15. Wilhelm D, Reiser S, Kohn N, Witte M, Leiner U, Mühlbach L, y col. Evaluación Comparativa de Monitores Laparoscópicos HD 2D / 3D y Evaluación Comparativa a una Pseudodisposición 3D Teóricamente Ideal: Incluso los Laparoscopistas Experimentados Funcionan Mejor con 3D. *Surg Endosc.* 2014 1 de agosto; 28 (8):2387-97.
16. R Smith R, Schwab K, Día A, Rockall T, Ballard K, Bailey M, y col. Efecto de las Pantallas Tridimensionales Polarizadoras Pasivas en el Rendimiento Quirúrgico Para Cirujanos Laparoscópicos Experimentados. *Br J Surg.* 2014 1 de octubre; 101 (11): 1453-9.
17. Sargent RG. Verificación y Validación de Modelos de Simulación. *J Simul.* 2013 1 de febrero; 7 (1); 12-24.
18. Moulton CA, Dubrowski A, Macrae H, Graham B, Grober E, Reznick R. Enseñanza de Habilidades Quirúrgicas: ¿Qué Tipo de Práctica Hace Que Sea Perfecto?: Una Prueba Aleatorizada y Controlada. *Ann Surg.* 2006 sep; 244 (3): 400-9.
19. Cavalini WLP, Claus CMP, Dimbarre D, et al. Desarrollo de Habilidades Laparoscópicas en Estudiantes de Medicina Ingenuos Para El Entrenamiento Quirúrgico. *Einstein.* 2014; 12 (4): 467-472.
20. Edelman DA, Mattos MA, Bouwman DL. Retención de Habilidades de FLS (Aprendizaje) en Residentes de Cirugía de Primer Año. *J Surg Res.* 2010 sep; 163 (1): 24-8.
21. Fried GM, Feldman LS, Vassiliou MC, Fraser SA, Stanbridge D, Ghitulescu G, y col. Demostrando el valor de la simulación en cirugía laparoscópica. *Ann Surg.* 2004 Sep; 240 (3): 518-28.
22. Ritter EM, Scott DJ. Diseño de un Plan de Estudios de Capacitación Basado en la Competencia Para los Fundamentos de la Cirugía Laparoscópica. *Surg Innov.* 2007 1 de junio; 14 (2): 107-12.
23. Dawe SR, Pena GN, Windsor JA, Broeders J a. JL, Cregan PC, Hewett PJ, y col. Revisión Sistemática de La Transferencia de Habilidades Después del Entrenamiento Quirúrgico Basado en Simulación. *Br J Surg.* 2014 1 de agosto; 101 (9):1063-76.
24. Nugen E, Shirilla N, Hafeez A, O'Riordain DS, Traynor O, Harrison AM, y col. Desarrollo y Evaluación De Un Programa De Entrenamiento Laparoscópico Basado en Simulador Para Principiantes quirúrgicos. *Surg Endosc.* 2013 1 de enero; 27 (1): 214-21.
25. Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, O'Brien MK, Bansal VK, Andersen DK, et al. El Entrenamiento de Realidad Virtual Mejora el Rendimiento de la Sala de Operaciones: Resultados de un Estudio Aleatorizado y Doble Ciego. *Ann Surg.* 2002 Oct; 236 (4): 458 - 463; discusión 463-464.
26. Scott DJ, Bergen PC, Rege RV, Laycock R, Tesfay ST, Valentine RJ, y col. Entrenamiento Laparoscópico En Modelos de Banco: ¿Mejor y Más Rentable Que La Experiencia de Quirófano? *J Am Coll Surg.* 2000 Sep; 191 (3): 272-83.
27. Aggarwal R, Grantcharov TP, Darzi A. Marco Para la Formación Sistemática y La Evaluación de Las Habilidades Técnicas. *J Am Coll Surg.* 2007 1 de abril; 204 (4): 697-705.
28. Ashraf A, Collins D, Whelan M, O'Sullivan R, Balfe P. La Simulación Tridimensional (3D) Versus Bidimensional (2D) Mejora la Adquisición de Habilidades Quirúrgicas En Tareas Laparoscópicas Estandarizadas: En Estudio Antes y Después. *Int J Surg.* 2015 1 de febrero; 14 (Suplemento C):12-6.
29. LuschAchim, L B, D M, Okhunov Zhamshid, Andre L, Pérez-Lanzac Alberto, et al. Evaluación del Impacto de la Visión Tridimensional En El Rendimiento Laparoscópico. *J Endourol [Internet].* 2014 29 de enero [citado 2017 8 de octubre]

30. Wagner OJ, Hagen M, Kurmann A, Horgan S, Candinas D, Vorburger SA. La Visión Tridimensional Mejora el Rendimiento de La Tarea Independientemente Del Método Quirúrgico. *Surg Endosc.* 2012 Oct; 26 (10): 2961-8.
31. Özsoy M, Kallidonis P, Kyriazis I, Panagopoulos V, Vasilas M, Sakellaropoulos GC, et al. Novice Sur-geons: Do They Benefit From 3D Laparoscopy? *Lasers Med Sci.* 2015 May 1;30(4):1325–33.
32. Votanopoulos K, Brunicardi FC, Thornby J, Bellows CF. Impacto De La Visión Tridimensional En El entrenamiento laparoscópico. *Mundo J Surg.* 2008 1 de enero; 32 (1): 110-8.
33. Currò G, Malfa GL, Caizzone A, Rampulla V, Navarra G. Cirugía bariátrica laparoscópica tridimensional (3D) versus bidimensional (2D): estudio prospectivo aleatorizado prospectivo de cirujano único. *Obes Surg.* 2015 1 de noviembre; 25 (11): 2120-4.
34. Mashiach R, Mezhybovsky V, Nevler A, Gutman M, Ziv A, Khaikin M. Las imágenes tridimensionales mejoran el rendimiento de las habilidades quirúrgicas en un modelo de prueba laparoscópica para cirujanos laparoscópicos experimentados y novatos. *Surg Endosc.* 2014 1 de diciembre; 28 (12): 3489-93.
35. Weinstock P et al. Creación de un novedoso simulador para neurocirugía mínimamente invasiva: fusión de impresión 3D y efectos especiales. *J Neurosurg Pediatr* 2017 Jul; 20 (1): 1-9
36. Schreuder H, van den Berg C, Hazebroek E, Verheijen R, Schijven M. Capacitación en habilidades laparoscópicas utilizando amaestradores de caja baratos: ejercicios para elegir al construir un curso de capacitación validado. *BJOG Int J Obstet Gynaecol.* 2011; 118 (13):1576-158

“Face and construct validation study of novel 3D peg transfer models for training and evaluation of laparoscopic skills in 2-Dimensional and 3-Dimensional laparoscopic surgery”

Alpa J Morawala ^{a b}, Badriya Alaraimi ^{a b}, Gilberto Lazaro Galloso ^c, Bijendra Patela ^b

^a Royal London Hospital, Barts Health NHS Trust, London, UK;

^b Barts Cancer Institute, Queen Mary University of London, London, UK;

^c Faculty of Medicine at Universidad de Aquino Bolivia UDABOL

UDABOL



UDABOL
UNIVERSIDAD DE AQUINO BOLIVIA

MESSAGE FROM THE PRESIDENT

The research constitutes a strategic pillar to improve the academic quality and the high educational standard promoted by the University of Aquino Bolivia.

On this occasion we are pleased to present the "Validation study of the appearance and construction of new 3D pin transfer models for training and evaluation of laparoscopic skills in two-dimensional and three-dimensional laparoscopic procedures", carried out by Dr. Gilberto Lázaro Galloso, Head of the Medicine Career at our University, together with Alpa Morawala, Badriya Al Araimi and Bijendra Patel.

This research work is a contribution to the theory and practice of knowledge of Medical Sciences, and at the same time an incentive to the development of new studies. It is a new technique that will benefit by its importance to the training of students and teachers, designed to apply in the hospital practice of UDABOL, but also the rest of the hospitals in Bolivia and the Region.

UDABOL proudly presents this research developed as a contribution to university and professional academic development.

Martín Dockweiler
President of the Aquino
Corporation of Bolivia

UDABOL



AUTHORS

PHD. Dr. Gilberto Lazaro Galoso **Head of Medicine Career UDABOL**

Trained as a Doctor of Medicine (August 1988) in Havana, with academic degrees obtained as Specialist 1st Degree General Surgery (November / 1995). 2nd Degree Specialist in General Surgery (September / 2008), Master of Science in Business Administration (December / 2008). Master of Science in Medical Emergencies (July / 2009). Doctor of Medical Sciences. PhD. (October / 2012). Postgraduate Studies in Septic Shock and Open Abdomen (March / 1995), Integrated Life Support Course 1997 (March / 1998), Conservative Breast Surgery Course (June / 1997), Course of Inguinal Hernia Surgery (March / 1998), Course of Diagnostic Laparoscopy (January / 1999), Diploma of Surgery of Campaign (May / 1999), Update in the

diagnosis and treatment of the Mammary Carcinoma (Sept / 1999), Training in Video Laparoscopic Surgery (May / 2000), Diploma in Higher Medical Pedagogy (December / 2003), National Course in Imaging (February / 2005), Course in Breast Disease (May / 2005), Course in Research Methodology (May / 2005).

WORK OF INNOVATION. RATIONALIZATION

Uterine Lifter for Video Laparoscopic Surgery (Innovation / 2009).

Educational multimedia for training in laparoscopic video surgery: cholecystectomy (Rationalization / 2010).

SCIENTIFIC SOCIETY TO WHICH PERTENCE

Cuban Society of Surgery.

Cuban Society of Endoscopic Surgery.

AUTHORS

Bijendra Patela B

Dr. Bijendra Patel is an academic surgeon and an entrepreneur who is a world leader in Technology Enhanced Learning (TEL). He has pioneered using VR/AR simulation for research and development of curriculum for medical education and establishing higher education degrees for acquiring surgical skills by simulation.

He is founder of "Virtual Medical University" concept for globalization of medical education. In 2005 he developed this concept through creation of a unique curriculum for the world's first master's course; MSc Surgical Skills and Sciences, for acquiring surgical skills by "Virtual Reality Simulation "at the Barts Cancer Institute, Queen Mary University of London, UK.

Alpa J Morawala Becaria AB

Clinical research fellow in surgery, part of the MBC masters research project: Surgical Skills, Science Conducted Research, and Dr. Bijandra Patel on developing new models in laparoscopic surgery training.

Currently she is working as clinical lecturer at Barts Cancer Institute, of Queen Mary University of London.

Badriya Alaraimi AB

Badriya: Senior registrar in surgery with special interest in laparoscopic surgery & hepatobiliary surgery. She has previously published research comparing performance in 2d and 3d laparoscopic surgery.

INTRODUCTION

This is the first fully peer reviewed paper written and published between Queen Mary University London and the UDABOL University (University of Aquino Bolivia), Santa Cruz Bolivia. The paper has been accepted by the prestigious Journal of Surgical Simulation which is the academic publication of Society of Surgical Simulation. The UDABOL University has formed an academic partnership with Queen Mary, University of London and Barts Medical School to promote collaboration, research, teaching, innovation and global health which will support the ambition of developing the world class SAMD University Hospital. Shafi Ahmed and Martin Dockweiler would like to express their extreme gratitude to the academic research teams of both institutions in producing this exciting and ground breaking work demonstrating that the pursuit of science can be truly democratic and global.

UDABOL



UDABOL
UNIVERSIDAD DE AQUINO BOLIVIA

ÍNDEX

51 ABSTRACT

52 BACKGROUND

54 TASK

54 MODELS

66 DISCUSSION

70 CONCLUSIONS

71 REFERENCES

UDABOL



ABSTRACT

Fundamentals in Laparoscopic Surgery (FLS) is widely used in practice for skills acquisitions and objective assessments. Peg transfer model enables trainee to acquire basic laparoscopic skills. We structured three different 3D (dimensional) peg transfer models with various heights and depths to replicate 3D laparoscopic anatomy. Before implementing and using any simulation model in a laparoscopy curriculum, it is important to determine the validity of the simulation model.

Aim: Establish face and construct validity of novel 3-D peg transfers models in 2D and 3D visual system for training and evaluation of laparoscopic skills in novices using McGill inanimate system.

Methods: Three peg transfer 3-D models were designed with different peg heights and depths using wooden block from commonly played game "Jenga". 10 novices, 10 intermediates, 10 experts were recruited (N=30) who performed three repetitions of peg transfer on each model using 3D and 2D visual modality. Performance time, error and total score were measured. Multiple comparison (post hoc bonferroni) tests were used to compare the data (mean value of total time, total errors and total score) of each group. All participants answered six questions

of post-test questionnaires (face validity) for 2D and 3D viewing modalities.

Results: All three new models showed statistically significant difference ($p < 0.001$) in total score and performance time; when we compared novices with intermediates and experts in both the 2D and 3D visual modalities, except for model 2 in 2D. We were unable to show any difference in total score and performance time when compared intermediate with experts for all 3 models in both the 2D and 3D visual modalities. All models were rated high for the use in both visual modalities.

Conclusion: Three models were developed for improving laparoscopic surgical skills. Face and Construct validity was demonstrated by measuring significant improvement in performance time and lower total score, when novices were compared with intermediates and experts in both 2D and 3D visual modalities.

We recommend using model 1 and 3 for simulation training in both visual modalities and this should replace the current relatively "flat" 2 dimensional models for FLS (fundamentals of laparoscopic surgery) training course to shorten the learning curve.

BACKGROUND

Standard laparoscopic surgery is practiced in two-dimensional (2D) hence requires intense training and practice over longer periods to develop complex hand-eye coordination, depth perception and bimanual skills.

Technological advancement, especially the monitors and videoscopes used in laparoscopic surgery is consistently improving over the years. Nevertheless, it remains challenging both for clinical practice and training, as laparoscopic surgery requires greater hand-eye coordination, depth perception and bimanual skills. Changes in the amount and duration of training compounded by the rising global demand and shortage of medical professional's mandates needs for fast tracking training to shorten learning curve.

Surgical simulation is now a well-established mode of training. Simulation is widely being used in a variety of

skills training in different speciality (1) (2) (3). A variety of low cost and high-fidelity simulators and training models are available in the market. Simulation technologies incorporate diverse products involving computer-based virtual reality simulators, high fidelity and static mannequins, plastic or synthetic models, live animals or animal products, and human cadavers most of which are not very cost effective.

Validated course such as the Fundamentals in Laparoscopic Surgery (FLS) of Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons (SAGES) is widely used in practice for skills acquisitions and objective assessments. Seventeen (74 %) studies (4) showed that total FLS skills scores discriminate between levels of training usually different postgraduate years which offer weak but supportive evidence of validity (5)

3D feature simplifies the appreciation of essential structures, anatomical features, and provides visual spatial guidance which is vital for the ongoing learning process of minimizing damage (5). Several studies implied 3D facilitates the execution of complex tasks with improved performances (6) (7) (8) (9) (10) (11).

Few researches (12) (13) have confirmed that 3D would not add any benefits to experienced surgeons as due to their extensive 2D laparoscopic experiences. On the other hand; recent studies have successfully showed improved performances of experienced surgeons when 3D visual modality was used (14) (15) (16). Thus, we postulate that a more truly three-dimensional training models could accelerate learning and skills acquisitions.

Operational validation (17) is determining whether the simulation model's output behaviour has the accuracy required for the model's intended purpose over the domain of the model's intended applicability. Model intended applicability is usually tested under different experimental conditions. A model may be valid for one sort of training under certain conditions; however, could be invalid for another.

With this in mind we aimed to develop new cost-effective training models for peg transfer, which would be better suited for acquiring surgical skills in both 2D and 3D with particular emphasis to improving depth for novices. The aim of this study is to establish face and construct validity of three new 3-D peg transfer models in 2D and 3D visual system using McGill Inanimate System for Training and Evaluation of Laparoscopic Skills.

Methodology

The study was performed in the teaching centre of Barts Cancer Institute, Queen Mary University of London and was planned in accordance with the CONSORT statement (Fig. 1). This was a prospective study into which 30 participants (novices, intermediate, experts) who fulfilled the inclusion criteria were recruited.

Laparoscopic Simulator Task and Models

The study task included FLS task peg transfer. We set errors and penalty score for each task as per FLS curriculum (table 1). Novel 3-d models were used in a box trainer for acquiring laparoscopic skills such as bimanual skills, hand-eye co-ordination and depth perception.

TASK

This task involves bimanual laparoscopic manipulation of rubber blocks/cubes. Using grasper/dissector lift the resting peg with the non-dominant hand, transfer to the dominant hand, and place them on the opposite side of the board. Each transfer must be mid-air, without using the pegs or blocks for assistance. Once all the blocks have been transferred, the process is reversed thus returning the blocks to their original place.

MODELS (Table 1)

A. 3D MODELS

3D Peg Models Development

A team of laparoscopic experts and our research team together developed the 3D peg transfer models made up

of "Jenga" with different heights and depths. The models are easy to make using wooden block from commonly played game "Jenga".

Model 1: This model was built in a step pattern. It has three steps which has three nails installed on each step. Steps were built to give a model different depths and heights. Six pegs can be used to transfer from one step to another. This manoeuvring would mimic manipulation to different heights.

Model 2: This model comprises of two vertical towers at the back and one vertical and horizontal tower on top of each other at the front. This forms a small step at the back between two long towers. It's fairly difficult to reach to that area. Five rubber pegs can be used. This variation is given to simulate depth perception. Also, it can replicate working at different heights whilst being in a visual field.

Model 3: It has a vertical tower in the centre with one nail on top, a step pattern on the left side consist of three nails, whereas, one horizontal tower on the right side which has two nails mounted on it. Five pegs were used to manoeuvre. This model was created to replicate depth perception at different level.

B) 2D MODEL

It is a flat white board, which has 12 nails, arranged equally in a different pattern on right and left sides. It is all arranged on a flat surface hence, does not provide a view of working at different depths.





3D MODELS	2D MODELS	MODEL AND TASK DETAIL
<p data-bbox="272 709 391 758">Peg-transfer (model-1)</p>  <p data-bbox="272 976 391 1024">Peg-transfer (model-2)</p>  <p data-bbox="272 1266 391 1314">Peg-transfer (model-3)</p> 	 <p data-bbox="651 856 802 879">FLS 2D MODEL</p>	<p data-bbox="992 709 1382 735">3D and 2D Models de-scription (as above)</p> <p data-bbox="992 825 1414 894">Task: Pick the peg with non-dominant hand, transfer it to dominant hand and drop it on the spikes.</p> <p data-bbox="992 1020 1398 1068">Materials: Right angle screws on a wooden blocks pegboard.</p> <p data-bbox="992 1230 1256 1255">Errors and penalty scores:</p> <p data-bbox="992 1260 1146 1285">Dropping of peg:</p> <ol data-bbox="992 1287 1360 1329" style="list-style-type: none"> 1) Inside the field of vi-sion (10 points) 2) Outside the field of vi-sion (20 points)

Table 1: 3D Models (1-3) and 2D FLS Model

Assessments:

We collected the data by measuring the following

1. Total score = penalty score + performance time
2. Performance time= Timing for this task begins when you touch the first object. Timing ends upon release of the last object.
3. Errors and penalty scores: Dropping of peg;
 - a. Inside the field of vision = 10 points
 - b. Outside the field of vision = 20 points

Equipment

2D training:

1. Box trainer: LaproTrain by Endosim (52x38x24 cm3) with five different port accesses (with an attached 2D camera.)
2. Monitor: LG 32LW450U, screen size 32 inches (32"), LED TV (High Definition, resolution 1,920 X 1,080, Motion Clarity Index: 400Hz).
3. Camera: attached to a box trainer.

3D training:

1. Box trainer: LaproTrain by Endosim (52x38x24 cm3) with five different port accesses.
2. Monitor: LG 32LW450U, screen size 32 inches (32"), 3D LED TV (High Definition, resolution 1,920 X 1,080, Motion Clarity Index: 400Hz)
3. Camera: Sony camcorder HDR-TD10 Handycam, 10x optical zoom in 3D. The monitor kept at 2 meters away from the partaker. Shutter glasses: (LG passive 3D glasses, Weight: 16g).

Study population

This study includes subjects of three different categories; novices, intermediate, experts (Table: 2). Novices include ten medical students along with foundation trainees (FY1 & FY2). Intermediate group comprises of ten surgical trainees including core surgical trainees (CT1, CT2) as well as specialist train-ees (ST3, ST4). An expert group involves ten specialist trainees ST5 and above.

CHARACTERISTICS OF PARTICIPANTS		
NOVICES	INTERMEDIATE	EXPERTS
<p>Medical Students, Foundation Trainees (Year 1 & 2)</p> <p>No experience of laparoscopic simulation or laparoscopic surgery</p>	<p>Core Surgical Trainees (Year 1 & 2); Specialist Trainees (Year 3 & 4) <20 surgeries assisted/ performed</p> <p>Ability to perform basic surgery independently.</p> <p>Simulation experience > 3 hrs</p> <p>Out of ten, eight participants had <12 months of laparoscopic experience, whereas two had been practicing over a year.</p>	<p>Laparoscopic surgeons (ST5 And above) who are well recognized in their field and performed minimum of 200 laparoscopic procedures.</p> <p>Engaged in teaching and training trainees in specific laparoscopic courses.</p> <p>Minimal simulation exposure No exposure of 3D laparoscopic system</p>

Table: 2 detailed characteristics of participants in each category

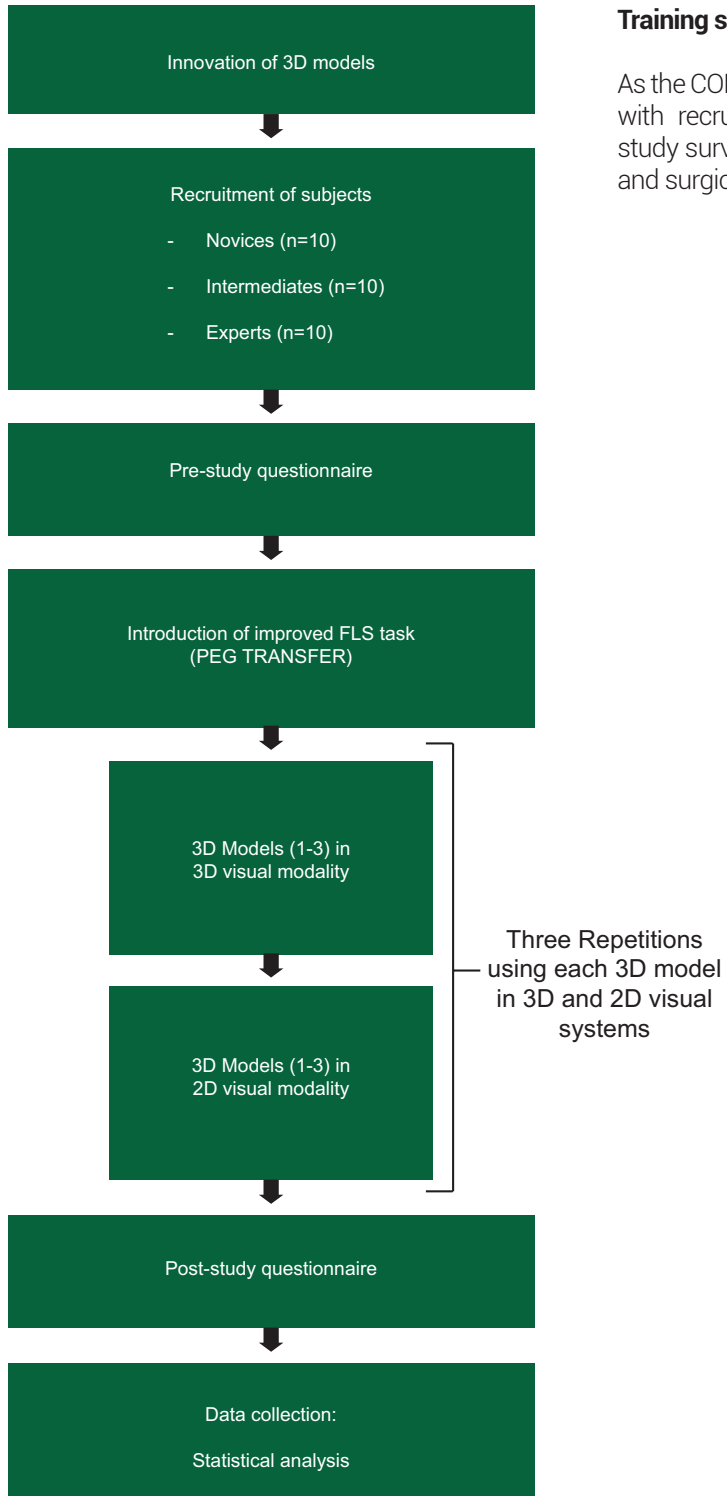


Figure 1: Consort Chart

Construct validity. Before each stage every study participant was shown an introductory video explaining the tasks and verbal explanation including handling of instruments given in order to guarantee the reproducibility of instruction. Additionally, a written descriptive document of each task along with possible errors was given to each participant (Figure 1). Moreover, one FLS trained instructor carried out one to one demonstration in order to eliminate likely bias.

To familiarize them with the equipment, the novices group performed a task twice on Model 1 and the other two groups performed only once. All participants-initiated study using 3D visual modality followed by 2D. Each participant performed three repetitions of task on each model in both visual systems. Data collection performed for time to complete the task and number of errors (penalties).

Inter-sessional questionnaire used to record any side effects occur while the candidate was under-taking the training using the 3D system. Each participant was asked to list between each session if any side effects they noted with the use of 3D visual modality.

Face validity. Face validity was established by Participants completing post-test questionnaires (Figure 2) (face validity) for two different viewing modalities. The participants were asked to rate each model for its appearance, instrument handling, usefulness for eye hand co-ordination, depth perception and other manual skills required for each task. They were also asked to rate if models are good enough to use both hands.

Q1	HOW REALISTIC THEY LOOK
Q2	HOW REALISTIC IS INSTRUMENT HANDLING
Q3	USEFULNESS OF 2D/3D - EYE HAND CO ORDINATION
Q4	ABILITY TO PERCEIVE DEPTH IN 2D\3D
Q5	HOW WELL THE MODEL REPRESENT MANUAL SKILLS REQUIRED FOR PEG TRANSFER
Q6	HOW WELL THE MODEL TESTED USE OF BOTH HANDS

Figure 2: FACE VALIDITY QUESTIONNAIRE; rated using Likert scale (1-5)

Statistics: Data collection performed for time to complete the task and number of errors (penalties). The total (time) score was evaluated by adding the number of errors to time to complete the task. Lower score reflects better performance. The results were initially collected in Excel spread sheets (Excel for Windows Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) and then transferred to Graph pad prism 6 (USA). The data was analysed using one-way analysis of variance (ANOVA) with multiple comparisons (post hoc Bonferroni test) to obtain differences between the three groups (construct validity). P-values <0.05 were considered to be statistically significant; alpha was chosen at the 0.05 level.

Results

30 participants {novices (n=10), intermediates (n=10), experts (n=10)} completed study wholly in both visual modalities. As per Demographic data (Table 2) intermediates had more training experience on box trainers and virtual reality than experts. A few experts had minimal exposure to 3D laparoscopic training.

Construct validity: Novel 3D models (1-3) in 2D and 3D visual modalities

1) Mean Total Score in 3D and 2D visual modalities (Table 3)

In 3D for all the three new models we were able to show statistically significant difference in total score when we compared novices with intermediates and experts - Group 1 vs. 2 (novices vs. intermediates) ($p<0.05$) and Group 1 vs. 3 (novices vs. experts) ($p<0.05$).

In 2D we were able to show statistically significant difference in total score only in model 1 and model 3 when we compared novices with intermediates and experts - Group 1 vs. 2 (novices vs. intermediates) ($p<0.05$) and Group 1 vs. 3 (novices vs. experts) ($p<0.05$). For model 2 in 2D statistically significant difference was only noted when comparing novices with experts with no difference in score when comparing novices with intermediate. (Table 2)

There was no difference in total score when we compared intermediate with experts for all models in both 2D and 3D. (Table 3)

Table: 3 Construct validities: Total score = performance time + penalties for performance for models (1-3) in 3D and 2D visual modalities.

EXERCISES	GROUP 1 Novices (n=10)	GROUP 2 Intermediates (n=10)	GROUP 3 Experts (n=10)	ANOVA P (valor)	MULTIPLE COMPARISON Tukey's Test		
	Mean (Range)				Compari- sons	Signifi- cant Yes/No	P value
PEG- TRANSFER	3D Visual Modality						
M-1	191.8 (155-285)	116 (61-168)	122.4 (87-153)	P<0.0001	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	Y Y N	<0.0001 <0.0001 >0.05
M-2	159.2 (133-196)	126 (75-161)	133.2 (121-142)	P=0.008	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	Y Y N	<0.01 <0.05 >0.05
M-3	147.8 (118-190)	91 (60-144)	102.3 (87-121)	P<0.0001	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	Y Y N	<0.0001 <0.0001 >0.05
PEG- TRANSFER	2D Visual Modality						
M-1	234.6 (191-304)	150.7 (76-207)	150.3 (131-191)	P<0.0001	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	Y Y N	<0.0001 <0.0001 >0.05
M-2	197.8 (150-279)	174.2 (79-211)	152.0 (137-164)	P=0.01	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	N Y N	>0.05 <0.05 >0.05
M-3	181.9 (142-231)	110.5 (63-143)	123.4 (118-136)	P<0.0001	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	Y Y N	<0.0001 <0.0001 >0.05

2) Mean total performance time in 3D and 2D visual modalities (Table 4)

In 3D for all the three new models we were able to show statistically significant difference in total performance time when we compared novices with intermediates and experts - Group 1 vs. 2 (novices vs. intermediates) ($p < 0.05$) and Group 1 vs. 3 (novices vs. experts) ($p < 0.05$).

In 2D we were able to show statistically significant difference in performance time only in model 1 and

model 3 when we compared novices with intermediates and experts - Group 1 vs. 2 (novices vs. intermediates) ($p < 0.05$) and Group 1 vs. 3 (novices vs. experts) ($p < 0.05$). For model 2 in 2D statistically significant difference was only noted when comparing novices with experts with no difference in score when comparing novices with intermediate. (Table 4)

There was no difference in performance time when we compared intermediate with experts for all models in both 2D and 3D. (Table 4)

Table: 4 Construct validities: Mean Total time for performance for models (1-3) in 3D and 2D visual modalities

EXERCISES	GROUP 1 Novices (n=10)	GROUP 2 Intermediates (n=10)	GROUP 3 Experts (n=10)	ANOVA P (valor)	MULTIPLE COMPARISON Tukey's Test		
	Mean (Range) seconds				Comparisons	Significant Yes/No	P value
PEG-TRANSFER	3D Visual Modality						
M-1	189.9 (155-274)	114.2 (60-168)	121.6 (87-150)	P=0.0005	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	Y Y N	<0.05 <0.01 >0.05
M-2	158.4 (131-196)	125.1 (75-161)	132.3 (121-139)	P=0.01	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	Y Y N	<0.01 <0.01 >0.05
M-3	129.2 (118-180)	90.9 (58-114)	101.7 (87.3-117)	P<0.0001	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	Y Y N	<0.001 <0.001 >0.05
PEG-TRANSFER	2D Visual Modality						
M-1	230.9 (191-304)	148.4 (76-207)	147.7 (128-188)	P<0.0002	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	Y Y N	<0.05 <0.0001 >0.05
M-2	192.4 (145-230)	169.6 (79-211)	150.8 (142-164)	P=0.04	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	N Y N	>0.05 <0.05 >0.05
M-3	178.6 (142-223)	109.7 (63-142)	121.3 (117-132)	P=0.0002	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	Y Y N	<0.05 <0.001 >0.05

3) Mean total penalties time in 3D and 2D visual modalities (Table 5)

When mean total penalties for performance was calculated for both visual modalities 3D and 2D, statistically significant difference was observed ($p < 0.05$) for model 2 in 2D for group 1 vs. 3 and group 2 vs. 3. Models 1 and 3; no statistically significant value can be observed. In 3D, visual system, no statistically difference was noted for any model.

Table: 5 Construct validities; Mean total penalties for performance for models (1-3) in 3D and 2D visual modalities

EXERCISES	GROUP 1 Novices (n=10)	GROUP 2 Intermediates (n=10)	GROUP 3 Experts (n=10)	ANOVA P (valor)	MULTIPLE COMPARISON Tukey's Test		
	Mean (Range)				Comparisons	Significant Yes/No	P value
PEG-TRANSFER	3D Visual Modality						
M-1	1.8 (0-11)	1.6 (0-5)	0.81 (0-3.3)	P>0.05	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	N N N	>0.05 >0.05 >0.05
M-2	0.8 (0-1.6)	0.9 (0-3.3)	1.3 (0-3.3)	P>0.05	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	N N N	>0.05 >0.05 >0.05
M-3	2.1 (0-10)	0.8 (0-1.6)	0.6 (0-3.3)	P>0.05	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	N N N	>0.05 >0.05 >0.05
PEG-TRANSFER	2D Visual Modality						
M-1	3.6 (0-13.3)	2.2 (0-5)	2.6 (0-3.3)	P>0.05	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	N N N	>0.05 >0.05 >0.05
M-2	5.3 (0-13.3)	4.6 (0-10)	1.3 (0-3.3)	P<0.05	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	N Y Y	>0.05 <0.05 <0.05
M-3	3.3 (0-10)	0.6 (0-1.6)	1.9 (0-5)	P>0.05	Group 1 vs.2 Group 1 vs. 3 Group 2 vs. 3	N N N	>0.05 >0.05 >0.05

Face validity (Table 6):

All participants answered the six questions of post-test questionnaires (face validity). Using Likert scale the participants were asked to rate each model for its features both in 2D and 3D, which is shown in table 6 as mean value for all participants.

Table: 6 FACE VALIDITY FOR TASKS 1-5 in 3D

***Ratings on a 1 to 5 Likert scale (1 = very bad, 2 = bad, 3 = neither good nor bad, 4 = good, 5 = very good).**

	PEG TRANSFER N=30 (Mean)	MODEL-1			MODEL-2			MODEL-3		
		3D	2D	P-value	3D	2D	P-value	3D	2D	P-value
Q1	How realistic they look	4.3	3.3	<0.00001	4.4	3.4	<0.00001	4.2	3.5	<0.00001
Q2	How realistic is instrument handling	4.4	3.2	<0.00001	4.2	3.3	<0.00001	4.2	3.4	<0.00001
Q3	Usefulness of eye hand coordination	4.3	2.8	<0.00001	4.3	3.6	0.0007	4.5	3.3	<0.00001
Q4	Ability to perceive depth	4.4	2.7	<0.00001	4.3	3.2	<0.00001	4.3	3.3	<0.00001
Q5	How well the model represents manual skills required for each task	4.4	3.1	<0.00001	4.2	3.4	<0.00001	4.3	3.3	<0.00001
Q6	How well the model tested use of both hands	4.4	4.1	0.06	4.2	4.0	0.07	4.6	4.0	<0.00001

The novices, intermediates and experts rated each new model higher when visualized in 3D vision, with a score of over 4 out of 5 for all six features. This was statically significant for five out of six questions (p -value <0.00001), thus making the new training models appropriate and

feasible for learn-ing laparoscopy in 3D environment at any experience level.

Inter-sessional questionnaires: No obvious side effects were reported whilst using 3D visual system.

DISCUSSION

In recent literature (17), there are four basic decision-making approaches for deciding whether a simulation model is valid.

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Combined verification by development team model users (if model development team is small) 2. Model scoring: Whilst conducting research for evaluating various aspects of model use 3. Independent verification and validation" (IV&V), uses a third (independent) party 4. Subjective verification by model development team (most frequently used). | <ol style="list-style-type: none"> 1. Face validity 2. Comparison to other models/ system 3. Animation 4. Degenerate Tests 5. Event validity 6. Extreme Condition Tests 7. Historical Data Validation 8. Historical Methods 9. Internal Validity 10. Multistage Validation 11. Operational Graphics 12. Parameter Variability 13. Predictive validation 14. Traces 15. Turing Tests |
|---|--|

For the purpose for our research we have used first two methods; combined verification by development team and model users; and, model scoring whilst conducting research for model evaluation. Various Validation techniques are described in a literature as listed below (17). For our research we have used the first two of the following techniques (face validity and comparison to other model/system).

Residents retain and transfer skills better if taught in a distributed manner (18). How learning happens (19) and the possible factors influencing skill acquisition are not very well understood; in particular, how novices acquire and/or develop specific laparoscopic skills. There may be many factors that may influence skill acquisition such as two dimensional vs. three-dimensional visual fields, training time, training models, level of supervision as well as possible innate ability of the surgical trainee.

The identification of factors that facilitate or hinder the acquisition is key to minimize the learning curve. Our study addresses one such factor of model shape.

A training model should be developed for a specific purpose (or application) and its validity determined with respect to that purpose. Various simulation models are being used for surgical simulation training. The model developer and users along with decision makers and individuals affected by decisions made from information obtain from results of these models are rightly concerned if model and its results are correct and fit for purpose. Model verification and validation are critical in the develop-

ment of a simulation model. Unfortunately, there is no set of specific tests that can easily be applied to determine the "correctness" of a model.

Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons (SAGES) created an educational program called Fundamentals in Laparoscopic Surgery (FLS) (20). This program is based on a series of validated exercises, developed for acquiring laparoscopic surgical skills (21) (22). With the use of FLS the acquisition of skills can be measured in a qualitative and objective way, based on efficiency and precision in performing the surgical tasks (20).

The current FLS peg transfer model has been in practice for more than 12 years and is perhaps not the most suitable model because all the poles for the pegs are of same height and mounted on a flat surface, thus lacking contours and depths. This could possibly hinder skills acquisition and prolong the learning curve in novices. The peg-transfer task is usually the first exercise a novice performs for developing core skills in laparoscopic surgery i.e. hand eye coordination, depth perception and bimanual skills.

As newer evidence proposes that simulated skills are transferable to the operating room (23) (24) (25) (26) -it is important to maximize learning opportunities (27) in a stress-free environment. Laparoscopic training on 3D imaging systems may ultimately shorten the time required for surgical trainees to reach a basic level of proficiency enabling maximum benefit during clinical opportunities (28).

There are emerging evidence in the literature of superiority of using three-dimensional (3D) visual field in laparoscopic surgery with its improved depth perception (29) (30) (31) (32) (33) (34). Therefore, more complex training models

with depth and contour could potentially have an impact on the learning curve and enhance training and skills acquisition both in 2D and 3D visual systems.

A latest study (35) has structured a training model through a combination of 3D printing and special effects techniques, to allow novice to gain valuable experience in surgical techniques without exposing patients to risk of harm.

As established (36); mean performance time and total score has been shown to be a significant factor in differentiating novices from intermediates and experts. In 3D for all the three new models we were able to show statistically significant difference in total score and total performance time when we compared novices with intermediates and experts.

Whilst using likert scale to assess face validity; novices, intermediates and experts rated each model higher in 3D with a score of over 4 out of 5 for all six features. This was statically significant for five out of six questions (p -value <0.00001), thus making the new training models appropriate and feasible for learning laparoscopy in 3D

environment at any experience level. Majority of the participants found model 2 ('Two towers') to be the most difficult to use.

In 2D we were able to show statistically significant difference in total score and total performance time for model 1 and model 3 when we compared novices with intermediates and experts. The total score and total performance time for Model 2; statistically significant difference was only noted when compared novices with experts. There was no significant difference noted whilst comparing novices with intermediate.

When mean total penalties for performance was calculated for both visual modalities 3D and 2D, statistically significant difference was observed ($p < 0.05$) for

model 2 in 2D when novices and intermediates were compared with experts; no statistically significant value can be observed. In 3D, visual system, no statistically difference was noted for any model.

Simulated training is an essential part of laparoscopic training and one would expect that both Intermediates and experts have already acquired core laparoscopic skills therefore they would not benefit from further training for acquiring core laparoscopic skills. There was no difference in total score and performance time when we compared intermediate with experts for all models in both 2D and 3D, thus we would recommend the use of these new models for training novices to improve learning experience and fast track acquisition of core laparoscopic surgical skills.

CONCLUSIONS

In this study, face and construct validity were obtained for three newly available models for laparo-scopic skills training. Combined, they constitute a short training curriculum ready to use in any box or video trainer.

Laparoscopic training on 3D imaging systems using 3D models may ultimately shorten the time re-quired for surgical trainees to reach a basic level of proficiency enabling maximum benefit during clinical opportunities.

Limitations: power calculation was not carried out for this study.

REFERENCES

1. Fischer Q, Sbissa Y, Nhan P, Adjedj J, Picard F, Mignon A, Varenne O. Use of Simulator-Based Teaching to Improve Medical Students' Knowledge and Competencies: Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res*. 2018 Sep 24;20(9):e261.
2. Gala SG, Crandall ML. Global Collaboration to Modernize Advanced Trauma Life Support Training. *J Surg Educ*. 2018 Sep 20. pii: S1931-7204(18)30448-3.
3. Khan MH, Aslam MZ, McNeill A, Tang B, Nabi G. Transfer of Skills From Simulation Lab to Surgical Services: Impact of a Decade Long Laparoscopic Urology Surgical Course. *J Surg Educ*. 2018 Sep 21. pii: S1931-7204(18)30311-8.
4. Zendejas B, Ruparel RK, Cook DA. Validity evidence for the Fundamentals of Laparoscopic Surgery (FLS) program as an assessment tool: a systematic review. *Surg Endosc*. 2016 Feb 1;30(2):512-20.
5. Sliwinski J. Visuo-spatial ability and damage in laparoscopic simulator training. 2010 [cited 2013 Oct 27]
6. Alaraimi B, Bakbak WE, Sarker S, Makkiah S, Al-Marzouq A, Goriparthi R, et al. A Randomized Prospective Study Comparing Acquisition of Laparoscopic Skills in Three-Dimensional (3D) vs. Two-Dimensional (2D) Laparoscopy. *World J Surg*. 2014 Nov 1;38(11):2746-52.
7. Tanagho YS, Andriole GL, Paradis AG, Madison KM, Sandhu GS, Varela JE, et al. 2D versus 3D visualization: impact on laparoscopic proficiency using the fundamentals of laparoscopic surgery skill set. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2012 Nov;22(9):865-70.
8. Smith R, Day A, Rockall T, Ballard K, Bailey M, Jourdan I. Advanced stereoscopic projection technology significantly improves novice performance of minimally invasive surgical skills. *Surg Endosc*. 2012 Jun;26(6):1522-7.
9. Honeck P, Wendt-Nordahl G, Rassweiler J, Knoll T. Three-dimensional laparoscopic imaging improves surgical performance on standardized ex-vivo laparoscopic tasks. *J Endourol Endourol Soc*. 2012 Aug;26(8):1085-8.
10. Silvestri M, Simi M, Cavallotti C, Vatteroni M, Ferrari V, Freschi C, et al. Autostereoscopic Three-Dimensional Viewer Evaluation Through Comparison With Conventional Interfaces in Laparoscopic Surgery. *Surg Innov*. 2011 Sep 1;18(3):223-30.
11. Feng C, Rozenblit JW, Hamilton AJ. A computerized assessment to compare the impact of standard, stereoscopic, and high-definition laparoscopic monitor displays on surgical technique. *Surg Endosc*. 2010 Nov 1;24(11):2743-8.
12. Cicione A, Autorino R, Breda A, De Sio M, Damiano R, Fusco F, et al. Three-dimensional vs Standard Laparoscopy: Comparative Assessment Using a Validated Program for Laparoscopic Urologic Skills. *Urology*. 2013 Dec;82(6):1444-50.
13. Patel HRH, Ribal M-J, Arya M, Nauth-Misir R, Joseph JV. Is It Worth Revisiting Laparoscopic Three-Dimensional Visualization? A Validated Assessment. *Urology*. 2007 Jul;70(1):47-9.
14. Sahu D, Mathew MJ, Reddy PK. 3D Laparoscopy - Help or Hype; Initial Experience of A Tertiary Health Centre. *J Clin Diagn Res JCDR*. 2014 Jul;8(7):NC01.
15. Wilhelm D, Reiser S, Kohn N, Witte M, Leiner U, Mühlbach L, et al. Comparative evaluation of HD 2D/3D laparoscopic monitors and benchmarking to a theoretically ideal 3D pseudodisplay: even well-experienced laparoscopists perform better with 3D. *Surg Endosc*. 2014 Aug 1;28(8):2387-97.
16. Smith R, Schwab K, Day A, Rockall T, Ballard K, Bailey M, et al. Effect of passive polarizing three-dimensional displays on surgical performance for experienced laparoscopic surgeons. *Br J Surg*. 2014 Oct 1;101(11):1453-9.
17. Sargent RG. Verification and validation of simulation models. *J Simul*. 2013 Feb 1; 7(1):12-24.
18. Moulton CA, Dubrowski A, Macrae H, Graham B, Grober E, Reznick R. Teaching surgical skills: what kind of practice makes perfect?: a randomized, controlled trial. *Ann Surg*. 2006 Sep;244(3):400-9.

19. Cavalini WLP, Claus CMP, Dimbarre D, et al. Development of laparoscopic skills in Medical students naive to surgical training. *Einstein*. 2014;12(4):467-472.
20. Edelman DA, Mattos MA, Bouwman DL. FLS skill retention (learning) in first year surgery residents. *J Surg Res*. 2010 Sep;163(1):24-8.
21. Fried GM, Feldman LS, Vassiliou MC, Fraser SA, Stanbridge D, Ghitulescu G, et al. Proving the Value of Simulation in Laparoscopic Surgery. *Ann Surg*. 2004 Sep;240(3):518-28.
22. Ritter EM, Scott DJ. Design of a Proficiency-Based Skills Training Curriculum for the Fundamentals of Laparoscopic Surgery. *Surg Innov*. 2007 Jun 1;14(2):107-12.
23. Dawe SR, Pena GN, Windsor JA, Broeders J a. JL, Cregan PC, Hewett PJ, et al. Systematic review of skills transfer after surgical simulation-based training. *Br J Surg*. 2014 Aug 1;101(9):1063-76.
24. Nugent E, Shirilla N, Hafeez A, O'Riordain DS, Traynor O, Harrison AM, et al. Development and evaluation of a simulator-based laparoscopic training program for surgical novices. *Surg Endosc*. 2013 Jan 1;27(1):214-21.
25. Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, O'Brien MK, Bansal VK, Andersen DK, et al. Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. *Ann Surg*. 2002 Oct;236(4):458-463; discussion 463-464.
26. Scott DJ, Bergen PC, Rege RV, Laycock R, Tesfay ST, Valentine RJ, et al. Laparoscopic training on bench models: better and more cost effective than operating room experience? *J Am Coll Surg*. 2000 Sep;191(3):272-83.
27. Aggarwal R, Grantcharov TP, Darzi A. Framework for Systematic Training and Assessment of Technical Skills. *J Am Coll Surg*. 2007 Apr 1;204(4):697-705.
28. Ashraf A, Collins D, Whelan M, O'Sullivan R, Balfe P. Three-dimensional (3D) simulation versus two-dimensional (2D) enhances surgical skills acquisition in standardised laparoscopic tasks: A before and after study. *Int J Surg*. 2015 Feb 1;14(Supplement C):12-6.
29. LuschAchim, L B, D M, OkhunovZhamshid, Andre L, Perez-LanzacAlberto, et al. Evaluation of the Impact of Three-Dimensional Vision on Laparoscopic Performance. *J Endourol [Internet]*. 2014 Jan 29 [cited 2017 Oct 8]
30. Wagner OJ, Hagen M, Kurmann A, Horgan S, Candinias D, Vorburger SA. Three-dimensional vision enhances task performance independently of the surgical method. *Surg Endosc*. 2012 Oct;26(10):2961-8.
31. Özsoy M, Kallidonis P, Kyriazis I, Panagopoulos V, Vasilas M, Sakellaropoulos GC, et al. Novice sur-geons: do they benefit from 3D laparoscopy? *Lasers Med Sci*. 2015 May 1;30(4):1325-33.
32. Votanopoulos K, Brunicardi FC, Thornby J, Bellows CF. Impact of Three-Dimensional Vision in Lap-aroscopic Training. *World J Surg*. 2008 Jan 1;32(1):110-8.
33. Currò G, Malfa GL, Caizzzone A, Rampulla V, Navarra G. Three-Dimensional (3D) Versus Two-Dimensional (2D) Laparoscopic Bariatric Surgery: a Single-Surgeon Prospective Randomized Comparative Study. *Obes Surg*. 2015 Nov 1;25(11):2120-4.
34. Mashiach R, Mezhybovsky V, Nevler A, Gutman M, Ziv A, Khaikin M. Three-dimensional imaging improves surgical skill performance in a laparoscopic test model for both experienced and novice laparoscopic surgeons. *Surg Endosc*. 2014 Dec 1;28(12):3489-93.
35. Weinstock P et al. Creation of a novel simulator for minimally invasive neurosurgery: fu-sion of 3D printing and special effects. *J Neurosurg Pediatr* 2017 Jul;20(1):1-9
36. Schreuder H, van den Berg C, Hazebroek E, Verheijen R, Schijven M. Laparoscopic skills training using inexpensive box trainers: which exercises to choose when constructing a validated training course. *BJOG Int J Obstet Gynaecol*. 2011;118(13):1576-1584.



Una producción de:
Universidad de Aquino Bolivia
Editorial Sugrey SRL