



Cirugía Colo-rectal Laparoscópica en 3D. ¿Recomendamos su implantación?

Mariana Elisa Loreto Brand

RESUMEN

La cirugía laparoscópica en 3D se presenta como una alternativa a los inconvenientes de la laparoscopia convencional. A pesar de los resultados discordantes de los primeros estudios realizados en 1998, los avances tecnológicos, la cada vez más frecuente experiencia de los cirujanos con las intervenciones laparoscópicas y su indicación habitual, han permitido que nuevas investigaciones en dicho campo muestren unos resultados más alentadores.

El uso de tecnología tridimensional en la cirugía laparoscópica ha evolucionado desde sus inicios, pudiendo identificar situaciones propias por su uso como el *ghosting-crosstalk* y conceptos nuevos para el equipo quirúrgico que no se habían presentado en la cirugía laparoscópica convencional, como el de estereoagudeza / estereoceguera.

A pesar de los beneficios hipotéticos y comprobados de la cirugía laparoscópica tridimensional (mejor percepción de profundidad, seguridad al realizar movimientos complejos, mayor precisión quirúrgica y menor curva de aprendizaje), los puntos débiles a tener en cuenta son: necesidad de estereopsis normal (normalmente no estudiada en el equipo quirúrgico), beneficio en ciertos pasos de la cirugía (anastomosis y suturas) con menor grado de ventaja en las intervenciones con menos necesidad de estas acciones y pocos ensayos clínicos con un diseño adecuado y un número de casos que brinden suficiente validez estadística.

Por todo esto, es imposible recomendar al 100% la cirugía colo-rectal laparoscópica sin mayores estudios a disposición; aunque si se puede hacer mención a la alta posibilidad de que la misma sea poco a poco aceptada, siendo coherente y esperable con los avances tecnológicos y el interés de los mismos cirujanos sobre esta técnica.

ABSTRACT

3D laparoscopic surgery is presented as an alternative to the disadvantages of conventional laparoscopy. Despite the discordant results of the first studies carried out in 1998, technological advances, the increasingly frequent experience



of surgeons with laparoscopic interventions and their usual indication, have allowed new research in this field to show more encouraging results.

The use of 3D technology in laparoscopic surgery has evolved since its inception, being able to identify their own situations/complications due to their use as ghosting-crosstalk and new concepts for the surgical team that had not been presented in conventional laparoscopic surgery, such as stereoacuteness/stereoblindness.

Despite the hypothetical and proven benefits of three-dimensional laparoscopic surgery (better depth perception, safety performance of complex movements, greater surgical precision and a faster learning curve) the weak points to consider are: need for normal stereopsis (not studied in the surgical team), benefit in certain steps (anastomosis and sutures) with less advantage in interventions with less need for these actions and few clinical trials with an adequate design and a number of cases that provide sufficient statistical validity.

For all this, it is impossible to recommend 100% laparoscopic colo-rectal surgery without further studies; although we can mention the high possibility that this technique is gradually accepted, being coherent and expected with the advances and the interest of the surgeons on this field.

PALABRAS CLAVE:

Laparoscopia, tridimensional, mínimamente invasiva, 3D.

INTRODUCCIÓN

La cirugía laparoscópica es considerada uno de los grandes avances en la medicina contemporánea con ventajas ampliamente conocidas: intervención mínimamente invasiva, disminución de la estancia hospitalaria y menor gasto sanitario, reincorporación laboral rápida por disminución del dolor post-operatorio y heridas más pequeñas, con un campo quirúrgico más amplio y una visión con gran definición de zonas anatómicamente complejas) (1).

A pesar de lo anterior, los inconvenientes asociados a la laparoscopia han permanecido inalterados desde su diseño original, siendo la ausencia de percepción de profundidad y desorientación espacial, la pérdida de la sensación de tacto, la curva de aprendizaje necesaria y con esto el mayor tiempo operatorio en ese periodo que conlleva a sobrecarga mental y física del equipo quirúrgico, lo más destacable (2).

La cirugía laparoscópica en 3D se presenta como una alternativa a los inconvenientes mencionados, en especial a la sensación de falta de profundidad, con resultados discordantes desde los primeros estudios realizados en 1998 hasta los más actualizados manteniéndose la duda de si realmente se debe



implementar en nuestra práctica diaria, con el gasto sanitario y el esfuerzo educativo que esto implica (3).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica y posterior análisis de los artículos disponibles en buscadores científicos tipo PubMed, al realizar la búsqueda con palabras clave tipo: cirugía laparoscópica tridimensional, cirugía color-rectal en 3D, laparoscopia 3D, etc.

RESULTADOS

Evolución de la laparoscopia 3D: Desde la realización de los primeros procedimientos endoscópicos con instrumentos monoculares rígidos que sólo podían ser manejados por el cirujano principal, hasta la tecnología actual ampliamente conocida e implementada de laparoscopia 2D de Alta Definición (High Definition – HD), hemos avanzado progresivamente a un punto donde el camino parece dirigirse a la visión en 3D y la realidad virtual (4).

La evolución tecnológica y de estereoscopia es lo que marca las diferentes etapas en el desarrollo de la visión tridimensional aplicada a la laparoscopia (4-5).

Endoscopio de canal único: extrae dos perspectivas del campo operatorio desde un único punto de vista, dividiendo la imagen obtenida utilizando un filtro o prisma, presentándolo al operador como imágenes alternantes. Para lograr esto se utilizan gafas empotradas que detectan una señal de secuencias presentando las imágenes correspondientes a un ojo, mientras bloquean las correspondientes al ojo contralateral, a un rango de 50-72 Hz. Las imágenes en 3D producidas con este sistema son de buena calidad en distancias operatorias cortas (ejem: garganta), entendiéndose por esto que en la cavidad abdominal no se obtenga una visión tridimensional adecuada.

Las desventajas de esta tecnología se describieron a consecuencia de la pérdida de fotones transmitidos a cada retina, lo que conlleva a una degradación sensorial respecto a resolución, iluminación y calidad del color de la imagen, debido a la división inicial de la imagen operatoria.

También se describieron: sensación de parpadeo de la imagen por fluctuaciones en la iluminación de las gafas, vibración de la imagen con los movimientos de la cámara, objetos mal delimitados o con bordes difuminados o dobles con movimientos mínimos de la óptica, siendo estas sensaciones más intensas bajo la luz fluorescente típica de los quirófanos. Todo esto conllevando mayor sobrecarga visual, cefalea y náuseas en el equipo quirúrgico, con resultados poco favorecedores al comparar la tecnología 3D de la época con los equipos 2D de alta definición (14).



Endoscopio de doble canal: dos sistemas visuales o lentes incluidos en un único laparoscopio, enviando a la cámara y al procesador de imagen, dos imágenes realmente diferentes en vez de una imagen dividida. A mayor distancia entre dichos lentes, mayor sensación de profundidad y mejor calidad de imagen 3D,

presentando en campos operatorios pequeños discomfort debido a la convergencia entre los dos puntos de enfoque de los lentes y la convergencia fisiológica de los globos oculares (15). Similar a lo anterior se presenta el sistema de endoscopio con dos vídeo-chips en la punta (Dual chip-on-the-tip) con imágenes digitales que mejoran la distorsión de la óptica, teniendo el inconveniente de al estar los chips muy cerca entre si, la imagen tridimensional que proveen es de poca calidad (4).

- Dispositivos - monitores tipo casco (helmet-style Head Mounted Displays - HMD): cada dispositivo cuenta con mini pantallas correspondientes a cada ojo, utilizando los sistemas de visualización, entradas de vídeo dual para presentar de forma continua imágenes de la cámara derecha e izquierda a su mini pantalla correspondiente. También se cuenta con dispositivos que utilizan una sola imagen, alternando su visualización en la pantalla derecha o izquierda a rangos de velocidad que permiten la formación de una imagen tridimensional similar al paralaje y la estereopsis fisiológica. Su forma de casco aísla al usuario del resto del entorno, situación poco recomendable en un quirófano, reportándose también grandes tasas de discomfort e incomodidad (70%) con los casos parcialmente abiertos y debido al peso y al tamaño del mismo, con aumento en las tasas reportadas de cefalea y sobrecarga física. A pesar de lo anterior, esta generación de laparoscopia 3D mejora considerablemente los niveles de sobrecarga visual, náusea y mareos.
- Gafas polarizadas: gafas de poco peso, similares a las utilizadas en películas 3D. Este mecanismo se basa en la proyección en el monitor del laparoscopio, de las dos imágenes obtenidas gracias al estereoscopio de doble canal, con filtros de polarización distintos, correspondiendo estos filtros a los presentes en las gafas. La polarización de ciertos píxeles de la imagen en forma de líneas horizontales alternantes entre un ojo y otro, bloqueando los píxeles del ojo contralateral, crean una sensación de imagen estereoscópica individual para el ojo derecho y el izquierdo con una sensación de profundidad mayor (8).
- Dispositivos autoestereoscópicos – holográficos (sin gafas): método de reproducción de imágenes en relieve para poder ser vistas sin gafas, cascos u otro tipo de mecanismo o aparato extra. Actualmente en fase de experimentación en el campo médico, con mayor desarrollo en el área de entretenimiento (TV 3D, consolas de videojuegos, etc.) (16).



Estudios experimentales en laparoscopia 3D: Antes de intentar implementar la tecnología tridimensional en quirófano, como con todas las innovaciones, se consideró importante detectar y comprobar las ventajas de dicho sistema en un ambiente controlado. A pesar de los resultados dispares de estudios iniciales, las mejoras en los equipos actuales apuntan hacia unos beneficios considerables

al utilizar la laparoscopia 3D en patologías e intervenciones con necesidad de mayor definición en los movimientos (como los necesarios para las anastomosis y la disección vascular) y localizaciones de difícil acceso como la pelvis masculina.

Los estudios experimentales que buscan analizar la tecnología laparoscópica tridimensional, se dividen de forma somera en el análisis de los resultados al realizar tareas simples inicialmente (ejem: tocar un punto marcado al fondo de la pantalla, cuantificando el rango de desviación y la cantidad de fallos), aumentando progresivamente de dificultad (pasar una aguja a través de orificios de distinto diámetro y con distinta dirección, transferencia de objetos de una pinza a otra, realizar cortes siguiendo un patrón de figuras geométricas, sutura y anudado, etc), comparándolos con un grupo control que realiza los mismos ejercicios utilizando tecnología 2D HD, realizando nuevas mediciones al cambiar los grupos de las tecnologías asignadas (17).

1. Variables analizadas

1.1 Mejoras en relación al nivel de experticia inicial de los participantes: estos resultados varían dependiendo del tipo de tarea asignada y del nivel de experiencia previa en cirugía laparoscópica 2D clasificándose según la cantidad de intervenciones como cirujano principal (novato <25, avanzado 25-50, experto >50). Harada reporta en sus resultados, mejoría significativa de los participantes novatos al iniciar su entrenamiento con tecnología 3D en relación a aquellos que empiezan con 2D, presentando mejores tiempos en todas las tareas asignadas y menor cantidad de errores o movimientos no efectivos. Como desventaja describe un efecto deletéreo al cambiar de 3D a 2D por pérdida de la percepción de profundidad, con peores resultados y más cantidad de errores, por lo que recomienda extremo cuidado en casos de cirujanos novatos entrenados exclusivamente con equipos tridimensionales, que se vean en la necesidad de usar laparoscopia bidimensional (17). Así mismo Matsunaga y colaboradores recomiendan, en la medida de las posibilidades sanitarias, el entrenamiento de cirujanos novatos con tecnología 3D para agilizar su formación y disminuir el tiempo de la curva de aprendizaje (18). En relación a la curva de aprendizaje y el entrenamiento de cirujanos novatos, Hagelsteen incluye la retroalimentación háptica como un factor favorecedor para operadores menos expertos, pues reciben información cinestésica sobre la fuerza prensil que están realizando, con un supuesto menor daño a los tejidos y una mejoría en las tareas hasta 32% más rápida que aquellos que entrenan con laparoscopia 2D (19). En contraposición a lo anterior, en la revisión sistemática realizada por Fergo (14), no se observan



diferencias en los resultados, todos favorecedores, en relación a tareas realizadas por expertos o novatos, presentando todos mejoría en cuanto al tiempo total de ejecución, disminución de la cantidad de errores y menor sobrecarga física y mental, aunque nombra el grado de experiencia como un

factor para aceptar o no el uso de la tecnología 3D asumiendo cierto nivel de reticencia de parte de los más expertos.

1.2 Tiempo total y tiempo por tarea específica: se describe la tecnología 3D superior a la 2D al poder realizar todas las tareas con mayor destreza y rapidez, llegando incluso con una mejoría de hasta 25% en el tiempo total, con resultados estadísticamente significativos. Esta mejoría es de menor magnitud en las tareas más simples, por lo que recomiendan la laparoscopia tridimensional para aquellas intervenciones que se caractericen por movimientos altamente complejos (20).

1.3 Errores totales y errores por tarea específica (repetición de movimientos, fallo al agarre por mala apreciación de la distancia y lateralización): los errores totales cuantificados se reducen al utilizar visión 3D, observando que las tareas consideradas de dificultad media no se vieron afectadas por esta reducción, pasando lo contrario con las tareas difíciles que se caracterizan por movimientos precisos de introducción, de prensión y traslado de una mano a la otra (suturar) en donde los errores de análisis de profundidad para mover los objetos, disminuyeron considerablemente, siendo estos resultados estadísticamente significativos ($P < 0,05$) (2).

1.4 Percepción de profundidad: variable cualitativa que se relaciona también con la calidad de imagen reportada por los operadores y que modifican la sensación de dificultad para realizar un movimiento o acción, influenciando los resultados en cuanto a sensación de seguridad por parte del cirujano y eficiencia al realizar una tarea. La percepción de profundidad fue más marcada en el grupo de novatos, probablemente debido a un mecanismo de compensación desarrollado por los cirujanos expertos a lo largo de su curva de aprendizaje y por el mayor entrenamiento, mientras que la mejoría en la sensación de dificultad y la sensación de seguridad no mostró diferencias entre el grupo de novatos y expertos (3). Sakata y colaboradores utilizan el aparato Howard-Dolman desarrollado para cuantificar la precisión de un individuo en relación a la sensación de profundidad representando una interfaz que provee mínimos datos indirectos, como podría corresponder a una pelvis humana o con tejidos oscuros y manchados de sangre, evidenciando que con tecnología tridimensional, a pesar de los pocos datos ambientales, la precisión aumenta hasta 6.2 veces a 1 metro de distancia del objetivo medida desde la parte posterior de los talones hasta una línea horizontal imaginaria que pasa por el medio del monitor (21).



1.5 Efectos adversos: disconfort visual, cefalea, sobrecarga física: se describen en menor medida que hace 20 años cuando se utilizaba la tecnología más primitiva de visión tridimensional. En aquellos casos en los que se reportó (10%), estuvo relacionado a empañamiento de las gafas de forma persistente, empañamiento del lente laparoscópico al unirse con la cámara y sensación de

mareo con los movimientos rápidos (1-3). Estos efectos parecen mejorar con la estabilización de la cámara (más frecuente en tareas experimentales) por la menor movilización del fondo de la imagen (17). Lin reporta en relación a esto el uso de un medidor de parpadeo (Toyo Physical TP-A) que cuantifica la cantidad de veces que parpadea un individuo en relación a la fatiga visual concluyendo que a pesar de que la sobrecarga visual subjetiva fue mayor en el sistema tridimensional, los resultados cuantitativos no presentaron diferencias estadísticas entre un sistema y otro (2).

1.6 Autoevaluación de resultados y sensación de sobrecarga mental: para valorar estas variables se utilizó el cuestionario NASA-TLX (National Aeronautics and Space Administration Task Load Index) desarrollado inicialmente para estudiar la sobrecarga en pilotos, se utiliza también para medir la sobrecarga en cirujanos y médicos generales que prueban nuevas técnicas y tecnologías diseñadas para mejorar la eficiencia de éstos.

2. Estereoagudeza: menor grado de disparidad retiniana / binocular que puede ser discriminado con seguridad por un individuo, se ve influenciado por la imagen de fondo. Esto varía en la población general, encontrándose que hasta 2/3 de las personas cuentan con una estereoagudeza excelente o buena mientras que el resto presenta una percepción moderada a pobre. Se ha demostrado que la estereoagudeza disminuye a partir de los 50 años y que hasta un 10% de la población presenta estereoceguera. En los casos de disminución de la agudeza, el beneficio de la tecnología tridimensional y la percepción de profundidad no es percibido por los individuos afectados (8-21-22).

3. Estereoceguera: el concepto de la estereoceguera varía de acuerdo a los métodos utilizados para confirmar la visión binocular. Podemos entenderla como una anomalía en la habilidad de percibir y combinar de forma correcta pequeñas disparidades horizontales que conforman la estereopsis. La prevalencia está asociada a la edad (>50 años), sexo, especialidad quirúrgica, tabaquismo y enfermedades oculares no diagnosticadas. En la revisión realizada por Fergo únicamente la edad y las patologías oculares sin corrección (disrupción de la función de convergencia, acomodación, estrabismo y ambliopía) tuvieron asociación con la estereoceguera en los análisis ajustados (P 0.010). En casos en que los participantes realizaran la corrección adecuada pasan de estereoceguera a visión normal. Con el desarrollo de la cirugía laparoscópica 3D se hace de suma importancia el determinar el grado de estereoagudeza o la posibilidad de estereoceguera en el equipo quirúrgico, ya que éstos no se



beneficiarían de la tecnología tridimensional, para esto contamos con pruebas estandarizadas como el Randot stereotest (Stereo Optical, Chicago), Titmus, Frisby, Lang II basados en tarjetas impresas con símbolos y patrones estandarizados que se reconocen al utilizar gafas con filtros polarizados para cada imagen (8-22-23).

4. Crosstalk – ghosting: un ojo visualiza sus imágenes correspondientes con una mezcla de las imágenes que corresponden al ojo contrario, pudiendo causar mareos, náuseas y fatiga. Frecuentemente se presenta debido al uso del 3D en condiciones subóptimas, como altura del monitor inadecuada (más marcado si la línea de visión está por debajo de la línea media de la pantalla) y ángulos de visión incorrectos por orientación errónea de las gafas en relación al monitor (3-8-21).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Ensayos clínicos y laparoscopia 3D: Superando la fase experimental con resultados que parecen favorecer el uso del sistema tridimensional para tareas complejas, en ambientes de difícil acceso y con beneficios claros al contar con la percepción de profundidad que nos brinda el equipo 3D, Yim reporta una disminución del tiempo total de la intervención con laparoscopia en 3D (162 minutos vs 241 minutos en 2D), disminución del tiempo necesario para hacer una anastomosis intracorpórea (24 vs 32 minutos) con validez estadística (5). Leon y Lu demostraron en estudios controlados y randomizados que la cirugía laparoscópica tridimensional de la hernia hiatal y la gastrectomía total respectivamente, presentan una reducción de la pérdida sanguínea (78 vs 58mL, P 0.047) en comparación con las mismas intervenciones realizadas en 2D HD (24-25). Los movimientos o tareas en los que se prefiere la laparoscopia 3D son al mover instrumentos a una posición determinada y ajustar la dirección de la aguja en el porta-agujas (P <0.001). Kinoshita y colaboradores demostraron que la combinación de laparoscopia 3D y un cirujano experimentado es predictivo de menor tiempo operatorio en prostatectomías radicales (26).

La cirugía colo-rectal laparoscópica inició su trayectoria en 1991 con la primera colectomía mínimamente invasiva exitosa realizada por Jacobs y colaboradores (27). Desde ese momento ha aumentado de forma lenta pero constante su indicación por patología benigna y maligna, con resultados oncológicamente comparables a la cirugía abierta y ventajas a corto y mediano plazo ampliamente conocidas.

Los estudios con simulaciones y participantes novatos reflejan de forma escasa y parcial la complejidad que una intervención colo-rectal representa en la práctica clínica y operatoria, por lo que los resultados de superioridad de la laparoscopia 3D sobre la 2D HD deben ser considerados con precaución (28).



Currò describe un análisis retrospectivo de dos series de casos de hemicolectomía derecha (laparoscopia 3D vs 2D HD), intervenidos por el mismo cirujano, formado y con experiencia en el campo de la cirugía colo-rectal. Las variables analizadas se dividieron en: resultado quirúrgico (precisión, definición de planos y percepción de profundidad) y sobrecarga del cirujano (sobrecarga

de: muñeca y mano, espalda, cuello y ojos). La intervención se analizó en dos grandes pasos: Identificación y división del pedículo ileocólico con disección del mesocolon, y, anastomosis ileotransversa latero-lateral (28). El promedio de tiempo total de la intervención (colocación del primer trócar, retirada del último trócar) presentó una diferencia estadísticamente no significativa ($P 0.06$) entre la cirugía 3D (105 minutos) y la cirugía 2D HD (110 minutos), al igual que el primer paso de la intervención con 45 minutos de media para la cirugía 2D HD y 42 minutos para la laparoscopia tridimensional ($P 0.7$). El relación al tiempo necesario para la anastomosis se evidenció una disminución con validez estadística ($P 0.04$) por lo que se concluye que la visión estereoscópica no influencia el tiempo operatorio cuando el cirujano principal tiene experiencia suficiente en laparoscopia 2D a menos que se cuantifique en tareas complejas como la sutura intracorpórea. A pesar de no comprobar una mejoría significativa en los tiempos quirúrgicos, el cirujano reportó una sensación de profundidad mejor y menos sobrecarga física con el uso de la laparoscopia en 3D (28).

A diferencia de lo anteriormente descrito, Tao y colaboradores reportan un estudio de cohortes retrospectivo analizando aquellos pacientes sometidos a hemicolectomía derecha laparoscópica tridimensional vs laparoscópica 2D HD en relación a tiempo operatorio, pérdida sanguínea, tasa de conversión y mortalidad, cantidad de ganglios aislados en la pieza, tiempo de tránsito intestinal, tiempo de estancia hospitalaria y complicaciones. La única variable con resultados significativos fue el tiempo medio operatorio total (130 vs 152 minutos con una $P 0.005$) (29).

La resección laparoscópica del colon izquierdo / sigmoide es el procedimiento colo-rectal más frecuentemente realizado, con un nivel de aceptación adecuado por parte de pacientes y cirujanos. La cirugía laparoscópica 3D se ve limitada por sus indicaciones no totalmente identificadas y por falta de ensayos clínicos con diseños adecuados que obtengan resultados reproducibles y comparables (30). Se puede observar una mayor cantidad de ensayos clínicos comparativos de cirugía del colon izquierdo laparoscópica tridimensional vs cirugía robótica con resultados no concluyentes en relación a las variables de interés (tiempo operatorio, complicaciones, pasos críticos, etc) a excepción del tiempo de inicio de tolerancia oral (1 día para cirugía robótica y 2 para cirugía laparoscópica tridimensional) con una $P 0.012$ (31).

Zeng presenta un análisis retrospectivo de series de casos de pacientes intervenidos por cáncer rectal con laparoscopia 3D y 2D HD por un mismo cirujano experto en el área. Se incluyeron neoplasias T2 y T3, excluyendo los



tumores localmente avanzadas o con enfermedad diseminada. El tiempo operatorio fue significativamente menor en aquellas intervenciones realizadas por laparoscopia tridimensional (172 vs 192 minutos) con una $P < 0.01$, sin otras diferencias estadísticamente significativas. Concluyen que el sistema 3D ofrece una visión de las estructuras a anastomosar y del piso pélvico con mayor

claridad, por lo que reduce el riesgo de lesión nerviosa, de las vesículas seminales o de la pared posterior de la vagina durante la disección, disminuyendo así la dificultad durante la exéresis mesorrectal. Los efectos deletéreos como disconfort y distorsión del color en el monitor, se encontraron aumentados cuando los tejidos estaban manchados con sangre (32). Ji también presenta sus resultados en cirugía rectal por cáncer con un análisis retrospectivo que muestra menor tiempo total de intervención, menor tiempo empleado en la linfadenectomía (sin perjuicio del número de ganglios identificados), menor tiempo de anastomosis con menos pérdida sanguínea y menor número de movimientos innecesarios o errores de agarre, todo esto con significancia estadística ($P < 0.05$) (33).

Se debe señalar en éstas cirugías la mayor incidencia de crosstalk o ghosting por posiciones inadecuadas de los integrantes del equipo quirúrgico, usualmente por debajo de la línea media del monitor (ultra low). Son frecuentes en tiempos específicos de la operación como la excisión total del mesorrecto (TaTME) y la cirugía transanal (TAMIS) en las que el cirujano ajusta la pantalla a su posición, usualmente sentado, mientras el resto del equipo quirúrgico presenta grados variables de crosstalk con mayor incidencia de náuseas, mareos y cefalea (34).

A pesar de conocer los beneficios hipotéticos y comprobados de la cirugía laparoscópica tridimensional (mejor percepción de profundidad, seguridad al realizar movimientos complejos, en especial dependientes de la coordinación ojo-mano, mayor precisión quirúrgica y menor curva de aprendizaje), los puntos débiles a tener en cuenta son: necesidad de estereopsis normal (normalmente no estudiada en el equipo quirúrgico), beneficio en ciertos pasos de la cirugía (anastomosis y suturas) con menor grado de ventaja en las intervenciones con menos necesidad de estas acciones y pocos ensayos clínicos con un diseño adecuado y un número de casos que brinden suficiente validez estadística.

Por todo esto, es imposible recomendar al 100% la cirugía colo-rectal laparoscópica sin mayores estudios a disposición; aunque si se puede hacer mención a la alta posibilidad de que la misma sea poco a poco aceptada, siendo coherente y esperable con los avances tecnológicos y el interés de los mismos cirujanos sobre esta técnica.

BIBLIOGRAFÍA



1. GÓMEZ-GÓMEZ E, CARRASCO-VALIENTE J, VALERO-ROSA J, CAMPOS-HERNÁNDEZ JP, ANGLADA-CURADO FJ, CARAZO-CARAZO JL, FONT-UGALDE P, REQUENA-TAPIA MJ. Impacto de la visión 3D sobre la carga mental y el rendimiento laparoscópico en individuos sin experiencia. *Actas Urol Esp*. 2015;39(4):229-235.

2. CHIUHSIANG JL, CHIH-FENG C, HUNG-JEN C, KUAN-YING W. Training performance of laparoscopic surgery in two and three-dimensional displays. *Surgical Innovation*. DOI: 10.1177/1553350617692638.

3. BUIA A, STOCKHAUSEN F, FIRMAN N, HANISCH E. 2D vs 3D imaging in laparoscopic surgery – results of a prospective randomized trial. *Langenbecks Arch Surg*. Publicado online: 06 Octubre 2017. DOI: 10.1007/s00423-017-1629-y.

4. SCHWAB K, SMITH R, BROWN V, WHYTE M, JOURDAN I. Evolution of stereoscopic imaging in surgery and recent advances. *World J Gastrointest Endosc* 2017; 9(8):368-377.

5. SAKATA S, WATSON M, GROVE P, STEVENSON A. The conflicting evidence of three-dimensional displays in laparoscopy. A review of systems old and new. *Ann Surg* 2016;263:234-239.

6. COUZIN D. Depths of Field. *SMPTE Journal*, November 1982, 1906-1098. Disponible en PDF en https://sites.google.com/site/cinetechinfo/atts/dof_82.pdf

7. Digital Photography School. <https://digital-photography-school.com/understanding-depth-field-beginners/>

8. YIM C, HIN LO C, LAU M, FAN R, MING LAI H, FOO D. Three-dimensional laparoscopic: is it as good as it looks? – a review of the literature. *Ann Laparosc Endosc Surg* 2017;2:131.

9. Tecnología háptica. <https://htid3.files.wordpress.com/2013/04/tecnologia-haptica.pdf>

10. WELLING W. Photography in America, pág. 23.

11. BUSS G, KIPFMULLER K, HACK D, GRUSSNER R, HEINTZ A, JUNGINGER T. Technique of transanal endoscopic micro surgery. *Surg Endosc* 1988;2:71-75.

12. BECKER H, MELZER A, SCHURR MO, BUSS G. 3D vídeo techniques in endoscopic surgery. *Endosc Surg Allied Technol* 1993;1:40-46.



13. SINHA R, RAJE S, RAO G. Three-dimensional laparoscopy: principles and practice. *J Minim Access Surg.* 2017 Julio-Sep;13(3):165-169.

14. FERGO C, BURCHARTH J, POMMERGAARD H, KILDEBRO N, ROSENBERG J. Three-dimensional laparoscopy vs 2-dimensional laparoscopy

with high-definition technology for abdominal surgery: a systematic review. *The American Journal of Surgery* 2017;213:159-170.

15. SWANSTROM L, SOPER N. *Mastery of endoscopic and laparoscopic surgery.* Cap. 5 Imaging Systems in minimally invasive Surgery.

16. Sistemas de proyección y visionado 3D – Autoestereoscopio. <http://parallax3d.blogspot.com.es/2013/10/3d-9-sistemas-de-proyeccion-y-visionado.html>.

17. HARADA H, KANAJI S, NISHI M, OTAKE Y, HASEGAWA H, YAMAMOTO M, MATSUDA Y, YAMASHITA K, MATSUDA T, OSHIKIRI T, SUMI Y, NAKAMURA T, SUZUKI S, SATO Y, KAKEJI Y. The learning effect of using stereoscopic vision in the early phase of laparoscopic surgical training for novices. *Surg Endosc.* Publicado online 22 Junio 2017. DOI: 10.1007/s00464-017-5654-2.

18. MATSUNAGA R, NISHIZAWA Y, SAITO N, KOBAYASHI A, AHDAIRA T, ITO M. Quantitative evaluation of 3D imaging in laparoscopic surgery. *Surg Today* 2017;47:440-444.

19. HAGELSTEEN K, LANGE GARD A, LANTZ A, EKELUND M, ANDERBERG M, BERGENFELZ A. Faster acquisition of laparoscopic skills in virtual reality with haptic feedback and 3D vision. *Minimally invasive therapy & allied technologies.* Aceptado 12 Febrero 2017. DOI: 10.1080/13645706.2017.1305970

20. BUIA A, STOCKHAUSEN F, FILMANN N, HANISCH E. 3D vs 2D imaging in laparoscopic surgery – an advantage? Results of standardised black-box training in laparoscopic surgery. *Langenbecks Arch Surg.* Publicado online 19 Octubre 2016. DOI: 10.1007/s00423-016-1526-9.

21. SAKATA S, GROVE PM, HILL A, WATSON MO, STEVENSON ARL. Impact of simulated three-dimensional perception and precision of depth judgements, technical performance and perceived workload in laparoscopy. *BJS* 2017;104:1097-1106.

22. GADIA D, GARIPOLI G, BONANOMI C, ALBANI L, RIZZI A. Assessing stereo blindness and stereo acuity on digital displays. *Displays* 2014;35:206-212.



23. FERGO C, BURCHARTH J, POMMERGAARD HC, ROSENBERG J. Age is highly associated with stereo blindness among surgeons: a cross-sectional study. *Surg Endosc*. Publicado online 04 Marzo 2016. DOI: 10.1007/s00464-016-4826-9.

24. LEON P, RIVELLINI R, GIUDICI F. 3D vision provides shorter operative time and more accurate intraoperative surgical performance in laparoscopic hiatal hernia repair compared with 2D vision. *Surg Innov* 2017;24:155-61.

25. LU J, ZHENG CH, ZHENG HL. Randomized, controlled trial comparing clinical outcomes of 3D and 2D laparoscopic surgery for gastric cancer: an interim report. *Surg Endosc* 2017;31:2939-2945.

26. KINOSHITA H, NAKAGAWA K, USUI Y. High-definition resolution three-dimensional imaging systems in laparoscopic radical prostatectomy: randomized comparative study with high-definition resolution two-dimensional systems. *Surg Endosc* 2015;29:2203-2209.

27. JACOBS M, VERDEJA JC, GOLDSTEIN HS. Minimally invasive colon resection (laparoscopic colectomy). *Surg Laparosc Endosc* 1991;1:144-150.

28. CURRÒ G, COGLIANDOLO A, BARTOLOTTA M, NAVARRA G. Three-dimensional versus two-dimensional laparoscopic right hemicolectomy. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques* 2016;23:213-217.

29. TAO K, LIU X, DENG M, SHI W, GAO J. Three-dimensional against two-dimensional laparoscopic colectomy for right-sided colon cancer. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2016;26:324-327.

30. KARCZ WK, VON BRAUN W. Minimally invasive surgery for the treatment of colorectal cancer. *Visc Med* 2016;32:192-198.

31. GUERRIERI M, CAMPAGNACCI R, GHISELLI R. Totally robotic vs 3D laparoscopic colectomy: A single center preliminary experience. *World J Gastroenterol* 2015;21:13152-13159.

32. ZENG Q, LEI F, GAO Z, WANG Y, GAO Q. Case-matched study of short-term effects of 3D vs 2D laparoscopic radical resection of rectal cancer. *World Journal of Surgical Oncology* 2017. DOI: 10.1186/s12957-017-1247-8.

33. JI F, FANG X, FEI B. Comparative study of 3D and 2D laparoscopic surgery for gastrointestinal tumors. *Zhonghua Wei Chang Wai Ke Za Zhi* 2017;20:509-513. PMID 28534326.



Archivos de Coloproctología, 2018; 1(2):4-17

34. SAKATA S, GROVE P, HILL A, WATSON M, STEVENSON A. The viewpoint-specific failure of modern 3D displays in laparoscopic surgery. *Langenbecks Arch Surg*. Publicado online 19 Agosto 2016. DOI: 10.1007/s00423-016-1495-z.