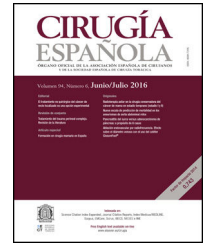




CIRUGÍA ESPAÑOLA

www.elsevier.es/cirugia


Original

Cirugía robótica hepática: una nueva realidad. Análisis descriptivo de 220 casos de cirugía hepática mínimamente invasiva en 182 pacientes

Jordi Navinés-López, Fernando Pardo Aranda *, Manel Cremades Pérez,
Francisco Espin Álvarez, Alba Zárate Pinedo, Sara Sentí Farrarons, Maria Galofré Recasens
y Esteban Cugat Andorrà

Unidad de Cirugía Hepato-Bilio-Pancreática, Servicio de Cirugía General y Digestiva, Hospital Universitario Germans Trias i Pujol, Badalona, Barcelona, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 4 de agosto de 2022

Aceptado el 12 de febrero de 2023

On-line el 27 de septiembre de 2023

Palabras clave:

Cirugía robótica hepática

Microfractura-coagulación

Cirugía mínimamente invasiva

Sistema quirúrgico Da Vinci Xi

RESUMEN

Introducción: El nivel de recomendación del abordaje robótico en la cirugía hepática es controvertido. Se realiza un análisis descriptivo, retrospectivo y unicéntrico de los resultados a corto plazo de la cirugía hepática robótica y laparoscópica en un mismo periodo.

Métodos: Análisis descriptivo del abordaje robótico y laparoscópico sobre 220 resecciones en 182 pacientes sometidos a cirugía hepática mínimamente invasiva.

Resultados: Entre abril de 2018 y junio de 2022 se realizaron 92 resecciones hepáticas robóticas (RHR) en 83 pacientes y 128 laparoscópicas (RHL) en 99 pacientes. Se observaron más resecciones mayores ($p < 0,001$) y más resecciones múltiples ($p = 0,002$) en el grupo CHL. El porcentaje de resecciones anatómicas fue similar (RHR: 64,1 vs. RHL: 56,3%). En el grupo CHL el tiempo medio operatorio fue de 212 min (DE: 52,1), las pérdidas hemáticas de 276,5 ml (100-1.000) y la tasa de conversión del 12,1%. La estancia media hospitalaria fue de 5,7 días (DE: 4,9), la morbilidad fue del 27,3%, con un 2% de mortalidad. En el grupo CHR el tiempo medio operatorio fue de 217 min (DE: 53,6), las pérdidas hemáticas fueron de 169,5 ml (100-900) y la tasa de conversión del 2,5%. La estancia media hospitalaria fue de 4,1 días (DE: 2,1) y la morbilidad fue del 15%, con mortalidad nula.

Conclusión: La cirugía mínimamente invasiva hepática es una técnica segura y reproducible. La CHR permite realizar resecciones hepáticas con seguridad y parece ser una técnica no inferior a la CHL, pero para determinar el abordaje mínimamente invasivo de elección en cirugía hepática se requieren estudios aleatorizados.

© 2023 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: fpardoaranda@gmail.com (F. Pardo Aranda).

<https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2023.02.014>

0009-739X/© 2023 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Robotic liver surgery: A new reality. Descriptive analysis of 220 cases of minimally invasive liver surgery in 182 patients

ABSTRACT

Keywords:

Robotic liver surgery
Microfracture-coagulation liver transection
Minimally invasive surgery
Da Vinci Xi surgical system

Introduction: The level of recommendation of the robotic approach in liver surgery is controversial. The objective of the study is to carry out a single-center retrospective descriptive analysis of the short-term results of the robotic and laparoscopic approach in liver surgery during the same period.

Methods: Descriptive analysis of the short-term results of the robotic and laparoscopic approach on 220 resections in 182 patients undergoing minimally invasive liver surgery.

Results: Between April 2018 and June 2022, a total of 92 robotic liver resections (RLR) were performed in 83 patients and 128 laparoscopic (LLR) in 99 patients. The LLR group showed a higher proportion of major surgery ($P<.001$) and multiple resections ($P=.002$). The two groups were similar in anatomical resections (RLR 64.1% vs. LLR 56.3%). In the LLS group, the average operating time was 212 min (SD 52.1). Blood loss was 276.5 ml (100-1000) and conversion 12.1%. Mean hospital stay was 5.7 (SD 4.9) days. Morbidity was 27.3% and 2% mortality. In the RLS group, the mean operative time was 217 min (SD 53.6), blood loss 169.5 ml (100.900), and conversion 2.5%. Mean hospital stay was 4.1 (SD 2.1) days. Morbidity was 15%, with no mortality.

Conclusion: Minimally invasive liver surgery is a safe technique, and in particular, RLS allows liver resections to be performed safely and reproducibly; it appears to be a non-inferior technique to LLS, but randomized studies are needed to determine the minimally invasive approach of choice in liver surgery.

© 2023 AEC. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La primera cirugía hepática laparoscópica (CHL) a nivel mundial fue publicada en el año 1991¹ y en España en el año 2000². Esta cirugía mínimamente invasiva fue validada posteriormente en varios consensos internacionales³⁻⁸, otorgando a la CHL un alto grado de aceptación y recomendación, abriendo así sus indicaciones hasta casi equipararse con la cirugía hepática abierta (CHA)⁹⁻¹¹.

La cirugía hepática robótica (CHR) fue introducida en 2001¹²⁻¹⁴ tras la aprobación del sistema quirúrgico Da Vinci®¹⁵ por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE. UU. (FDA). Consiste en una consola de interfaz entre el cirujano y un robot remoto de 4 brazos articulados (aunque requiere un cirujano entrenado en laparoscopia en el campo¹⁶). Su uso actualmente es muy limitado¹⁷, pero se está incrementando en todo el mundo^{10,18}.

A pesar de que los resultados oncológicos parecen ser similares a la CHL para pacientes seleccionados^{19,20}, el nivel de recomendación de la CHR es aún bajo, por lo que se reclaman registros prospectivos^{19,21}.

El objetivo principal del estudio es realizar un análisis descriptivo de las indicaciones clínicas y los resultados quirúrgicos a corto plazo de la CHR y de la CHL en un mismo periodo temporal y en un mismo centro hospitalario por el mismo equipo quirúrgico.

Material y métodos

Análisis descriptivo, retrospectivo y unicéntrico de la cirugía hepática mínimamente invasiva hepática por intención de

tratamiento y con un registro prospectivo de los casos. Periodo de estudio iniciado desde la introducción de la CHR en el hospital, en abril de 2018, y finalizado en junio de 2022. Todos los pacientes fueron operados en el mismo centro y por el mismo grupo de 8 cirujanos. La mayoría de los pacientes fueron operados por el mismo cirujano, si bien otros 3 cirujanos del grupo poseen la acreditación de consola. Se incluyeron todos los casos de cirugía hepática tanto maligna como benigna a los que se realizó una resección hepática. La nomenclatura de las resecciones hepáticas se registró según la clasificación de Brisbane 2000²². Las complicaciones postoperatorias se registraron según la clasificación Dindo-Clavien²³ hasta 90 días tras la intervención, incluyendo las readmisiones dentro del mismo periodo. Se calculó el Comprehensive Complication Index (CCI)²⁴ para todos los pacientes.

Criterios de selección

Los criterios de inclusión fueron comunes tanto para la CHR como la CHL, sin restricción en el grado ASA, y excluyendo pacientes menores de 18 años y con 2 o más laparotomías previas.

Indicaciones

Las indicaciones para la cirugía fueron similares a las de la CHA. Resección hepática por tumor benigno sólo para lesiones sintomáticas o duda razonable en la evaluación radiológica. Resección hepática por metástasis hepáticas colorrectales en ausencia de carcinomatosis peritoneal o enfermedad irreseccable. En los pacientes intervenidos por colangiocarcinoma se incluyó la linfadenectomía del hilio hepático. En pacientes con carcinoma hepatocelular, se incluyó solamente pacientes con cirrosis bien compensada (Child-Pugh clase A, 5 puntos).

Técnica robótica

El protocolo quirúrgico en la CHR con el sistema quirúrgico Da Vinci® Xi (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, EE.UU.) incluyó decúbito supino sobre colchón de fijación en posición francesa, mesa en anti-Trendelenburg de 15°, neumoperitoneo cerrado a 12 mmHg y trócares sobre el ombligo siguiendo una línea recta transversa con aproximación del robot por la derecha del paciente. Para lesiones en el sector posterior se posicionó al paciente en decúbito lateral izquierdo de 90° y ajuste de la inclinación de la mesa a demanda mediante sincronización de los brazos robóticos con la mesa quirúrgica. Acoplamiento (*docking*) por la derecha del paciente con pinza bipolar (T1), cámara de 30° (T2), tijera monopolar (T3), y pinza de agarre «tip up» (T4), más un trocar accesorio de 12 mm entre T2 y T3. Transección parenquimatosa robótica «pura» sin usar *vessel sealer*,

mediante sistemática de «microfractura-coagulación» con pinza bipolar (puerto 1) y tijera monopolar (puerto 3), definida por la microdislaceración del parénquima y el uso selectivo de la energía bipolar y monopolar, que permite el aislamiento selectivo de los pedículos vasculares, obteniendo un plano exangüe y equivalente al obtenido por laparoscopia (fig. 1). Sección de radicales portales de segundo orden con Hem-o-locks® robóticos y *endostapler* (Endowrist®; Intuitive), con carga blanca de 45 mm para las venas suprahepáticas (o vena porta en abordaje intraglissonian) y con carga azul de 60 mm para los radicales portales de primer orden (en abordaje extraglissonian).

Técnica laparoscópica

Para la CHL se usó decúbito supino sobre colchón de vacío en posición francesa, la mesa en anti-Trendelenburg de 15°,

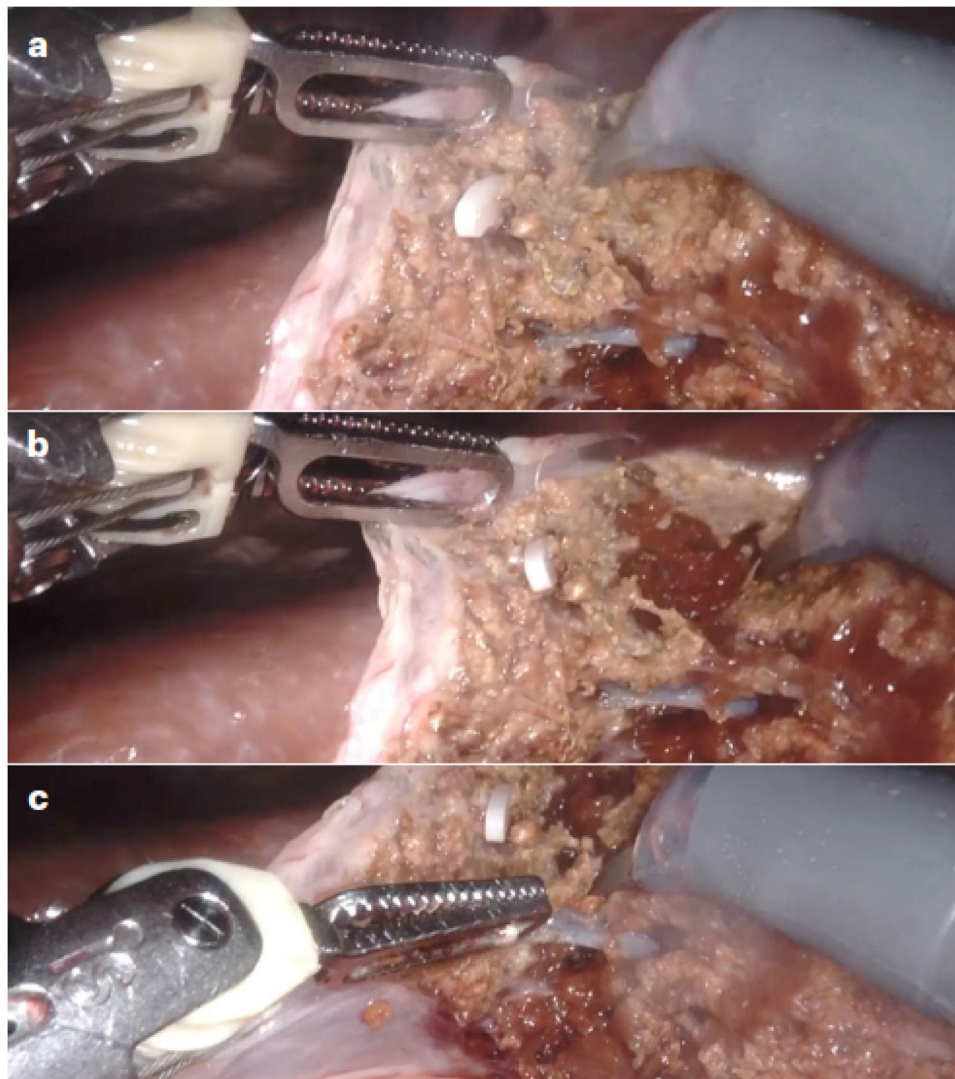


Figura 1 – Transección parénquima hepático mediante «microfractura-coagulación» por vía robótica.

Leyenda: Transección parénquima hepático mediante «microfractura-coagulación» por vía robótica mediante la aplicación combinada de energía monopolar y bipolar. a) Posición inicial de las herramientas pinza bipolar y tijera monopolar. b) Acción de microfractura sobre la superficie parenquimatosa para profundizar en la transección. c) Acción de coagulación selectiva tras la profundización.

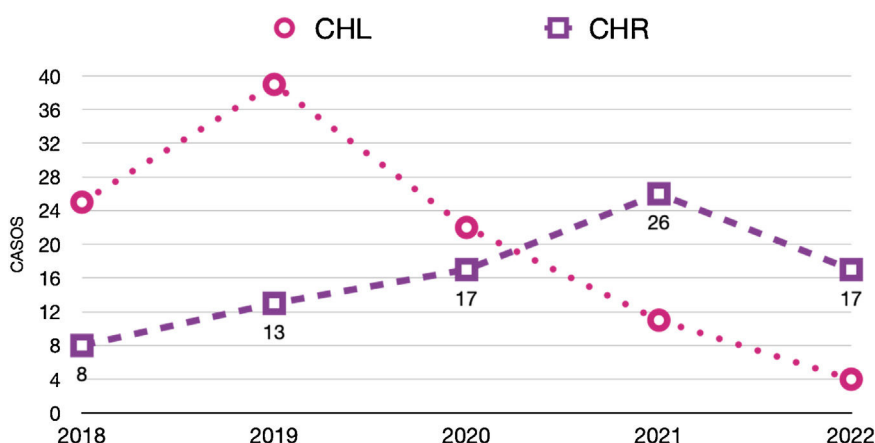


Figura 2 – Evolución del abordaje robótico y laparoscópico durante el periodo de estudio (abril 2018-junio 2022).
CHL: cirugía hepática laparoscópica; **CHR:** cirugía hepática robótica.

neumoperitoneo cerrado a 12 mmHg y 5 trócares en ángulos de trabajo de 60°. Transección parenquimatosa mediante disector-aspirador ultrasonico (CUSA; Integra®), para el aislamiento selectivo de los elementos vasculares y pediculares, y uso selectivo de coagulación por radiofrecuencia (Aquamantys®; Medtronic), obteniendo un plano de transección parenquimatosa exangüe. Sección de radicales portales de tercer orden por sellado bipolar (Ligasure® Bluntip; Covidien), segundo orden con Hem-o-locks® robóticos y endograpadora articulada (Echelon Flex®; Ethicon), con carga blanca de 45 mm para las venas suprahepáticas (o vena porta en abordaje intraglissonian) y con carga azul de 60 mm para los radicales portales de primer orden (en abordaje extraglissonian).

En todos los casos se realizó clampaje hiliar extracorpóreo mediante paso de cinta por el hiato de Winslow a través de incisión de trocar de 5 mm en el lado contralateral a la resección, lo que permite el ajuste manual de la presión sobre el pedículo hepático. La extracción del espécimen fue en Endobag® XL por incisión accesoria de Pfannenstiel o por ampliación de uno de los trócares. Solo se cerró la aponeurosis de los trócares de 11 mm (o reductora) y de la incisión de extracción de la pieza. Todos los pacientes siguieron el mismo protocolo de recuperación posquirúrgica incentivada tipo «Fast Track»²⁵, que incluye tanto la prehabilitación multimodal prequirúrgica²⁶, como un protocolo de recuperación incentivada tras la cirugía (ERAS)²⁷.

Análisis estadístico

Se usó la prueba t de Student o U de Mann-Whitney para variables continuas y la prueba exacta de Fisher y la prueba de χ^2 de Pearson para variables categóricas. Variables expresadas mediante medidas de frecuencia (porcentaje) para las variables cualitativas, y medidas de valor central para las variables cuantitativas, media (desviación estándar) y mediana (rango), según su distribución. Significación estadística de doble cola $p < 0,05$. Todos los análisis se realizaron con el software SPSS® (IBM Corporation, Armonk, NY, EE. UU.).

Resultados

Se recogieron prospectivamente 182 pacientes de cirugía hepática entre abril de 2018 y junio de 2022, 83 intervenidos por vía robótica (CHR) y 99 por vía laparoscópica (CHL) (fig. 2).

Características de los pacientes y diagnóstico

Las características de los pacientes se recogen en la tabla 1, observándose que las variables referidas a la edad, el sexo, el

Tabla 1 – Datos demográficos y etiológicos

	CHR (n = 83)	CHL (n = 99)	Valor de p
Edad (años)	62,9 ± 13,4	63,3 ± 12,2	0,899
Mujeres (%)	33 (39,8)	48 (48,5)	0,194
IMC	26,81 ± 4,9	25,89 ± 4,4	0,295
ASA	2,41 ± 0,7	2,47 ± 0,6	0,334
Charlson	6,9 ± 2,5	7,4 ± 2,8	0,218
Etiología			0,328
Lesiones malignas (%)	72 (86,7)	89 (89,9)	
MCCR	41	68	
MCNCR	4	4	
CHC	19	9	
CCIH	8	7	
CV	0	1	
Lesiones benignas (%)	11 (13,3)	10 (10,1)	
Adenoma BCM	3	2	
Cistoadenoma	2	1	
Quiste hidatídico	2	2	
Hemangioma	1	2	
Quiste complicado	2	2	
HNF	1	0	
Enfermedad de Caroli	0	1	

Los datos se expresan en medias y desviación estándar o en porcentajes.

BCM: beta-catenina mutado; CCIH: colangiocarcinoma intrahepático; CHC: carcinoma hepatocelular; CHL: cirugía hepática laparoscópica; CHR: cirugía hepática robótica; CV: carcinoma vesicular; HNF: hiperplasia nodular focal; MCCR: metástasis de cáncer colorrectal; MCNCR: metástasis de cáncer no colorrectal.

Tabla 2 – Técnica quirúrgica. Resultados operatorios y postoperatorios

	RHR n = 92	RHL n = 128	Valor de p
Técnica quirúrgica			
Hepatectomía derecha	3 (3,3)	18 (14,6)	0,001
Hepatectomía izquierda	7 (7,6)	6 (4,7)	0,491
Sectorectomía lateral izquierda	19 (20,6)	19 (14,8)	0,458
Segmentectomía	29 (31,5)	37 (28,9)	0,877
Resección limitada	34 (36,9)	47 (36,7)	0,506
Resecciones anatómicas	59 (64,1)	72 (56,3)	0,317
Segmentos derechos	52 (56,5)	72 (56,3)	0,265
Segmentos izquierdos	40 (43,5)	55 (42,9)	0,459
Segmentos anteriores (4,5)	20 (21,7)	23 (18,0)	0,432
Segmentos posteriores (6,7,8)	42 (45,7)	53 (41,4)	0,077
Resección mayor (> 3 segmentos)	14 (15,2)	44 (34,4)	0,001
Resección múltiple ^a	9 (9,8)	29 (22,7)	0,002
Datos expresados en frecuencias y en porcentajes.			
RHL: resección hepática laparoscópica; RHR: resección hepática robótica.			
^a Resección múltiple incluye más de una resección mayor o menor en el mismo paciente.			

IMC, ASA y el índice de Charlson son similares para ambos grupos. En cuanto al diagnóstico etiológico, también recogido en la [tabla 1](#), se observa un porcentaje similar de patología maligna (CHR: 86,7 vs. CHL: 89,9%) siendo la cirugía por metástasis de origen colorrectal lo más frecuente en ambos grupos, y destacando un mayor número de hepatocarcinomas intervenidos por cirugía robótica.

Tipos de resección ([tabla 2](#))

Se analizaron 92 RHR y 128 RHL. Se realizaron más resecciones mayores ($p = 0,001$), hepatectomías derechas ($p = 0,001$) y resecciones múltiples ($p = 0,002$) en el grupo CHL. No obstante, el porcentaje de hepatectomías izquierdas, sectorectomías laterales izquierdas, segmentectomías, resecciones limitadas y resecciones anatómicas realizadas fue similar en ambos grupos. Se observó también un porcentaje similar de resecciones de segmentos derechos, segmentos izquierdos, segmentos posteriores (6,7,8) y segmentos anteriores.

Análisis descriptivo intraoperatorio y postoperatorio ([tabla 3](#)).

Tabla 3 – Resultados descriptivos operatorios y postoperatorios

	CHR	CHL
Tiempo operatorio (min) ^a	217 ± 53,6	212 ± 52,1
Clampaje hiliar de Pringle (min)	47 ± 23,9	36 ± 18,8
Conversiones	2 (2,5%)	12 (12,2%)
Pacientes transfundidos	3 (3,7%)	10 (10,1%)
Concentrados/paciente	0,07	0,12
Estancia hospitalaria total (días)	4,1 ± 2,1	5,7 ± 4,9
Morbilidad (90 días)	14 (14,8%)	27 (27,3%)
Dindo-Clavien > 3	3 (3,8%)	11 (11,1%)
CCI	24,1 ± 13,4	27,6 ± 24,6
Reintervenciones	1 (1,2%)	3 (3%)
Hematoma	0 (0%)	2 (2%)
Mortalidad (90 días)	0 (0%)	2 (2%)
Datos expresados en frecuencias y porcentajes, medias y desviación estándar.		
CHL: cirugía hepática laparoscópica; CHR: cirugía hepática robótica.		
^a Incluye en todos los casos el tiempo de acoplamiento «docking» en el grupo CHR.		

Grupo CHR

El tiempo medio operatorio fue de 217 min (DE: 53,6) minutos con un tiempo medio de Pringle de 48,5 min (DE: 23,9). La pérdida hemática fue de 169 ml (DE: 126) (incluyendo en 44 casos sangrado negligible registrado como equivalente a 100 ml), con una tasa de transfusión perioperatoria (primeras 24 h) del 3,7% (media: 0,07 concentrados/paciente). Se convirtió un caso a cirugía laparoscópica por fallo irreparable del sistema de energía, lo que obligó a realizar la resección desde el inicio de la resección por vía laparoscópica, y otro caso a cirugía abierta por síndrome adherencial. Catorce pacientes (14,8%) presentaron algún tipo de morbilidad, con un CCI medio de 24,1 (DE: 13,4) de los cuales 3 (3,8%) fueron Dindo-Clavien > 3, incluyendo un caso de reintervención por lesión por deserosamiento de un asa durante las maniobras de adhesiolisis para la colocación de los trócares previa al docking. No hubo ningún caso de mortalidad. La estancia media hospitalaria fue de 4,1 (DE: 2,1) días.

Grupo CHL

El tiempo medio operatorio fue de 212 min (DE: 52,1), con un tiempo medio de Pringle de 35 min (DE: 18,9). Se registró una pérdida hemática de 276 ml (DE: 256) (incluyendo sangrado negligible en 27 casos registrado como equivalente a 100 ml), con una tasa de transfusión perioperatoria del 10,1% (media: 0,28 concentrados/paciente). Se convirtieron a laparotomía 12 pacientes (12,1%), 5 por intolerancia hemodinámica con la luxación del lóbulo hepático derecho (2), intolerancia a la reperusión hepática tras desclampaje hiliar, o sangrado intraoperatorio (2), y 7 por falta de progresión de la disección quirúrgica debido a adherencias (2), infiltración diafragmática, riesgo de rotura de la cápsula tumoral, dificultad técnica de acceso al sitio de disección (2), y dificultad para localizar alguna de las lesiones. 27 (27,3%) pacientes presentaron algún tipo de morbilidad con un CCI medio de 27,6 (DE: 24,6), de los cuales 11 (11,1%) fueron Dindo-Clavien > 3. Hubo una reintervención por estenosis posquirúrgica de la vía biliar tras hepatectomía derecha, una por evisceración de la laparotomía después de conversión a CHA y otra por oclusión intestinal por brida que requirió resección intestinal. Hubo 2 (2,1%) casos de mortalidad a 90 días (uno por progresión pulmonar de la

enfermedad no reseca y otro por insuficiencia hepática postoperatoria tras el segundo tiempo de resección hepática tipo ALPPS). La estancia media fue de 5,7 (DE: 4,9) días.

Discusión

Si bien la cirugía hepática mínimamente invasiva presenta unos resultados superiores a la CHA⁹⁻¹¹, la CHR ha sido objeto de controversia desde su inicio¹²⁻¹⁶ por la falta de los instrumentos habituales en la cirugía hepática, tales como el disector ultrasónico CUSA, el coagulador de radiofrecuencia o el sellador bipolar. No obstante, presenta otras ventajas como son los instrumentos articulados que permiten rodear los pedículos glissonianos (especialmente del lado izquierdo) y facilitan realizar suturas en puntos de hemorragia¹⁶.

Entre los artículos recientemente publicados en CHR²⁸⁻³⁸, se ha comunicado la viabilidad y seguridad de los procedimientos robóticos con resultados equivalentes a la CHL en pacientes seleccionados y en centros de alto volumen³⁹⁻⁴³, por lo que la CHR mantiene una valoración no inferior al abordaje laparoscópico^{7,8}.

En nuestra experiencia, el abordaje robótico se ha incrementado año tras año, en detrimento del abordaje laparoscópico, que ha disminuido paralelamente (tabla 4). Aunque el uso de la CHR sigue siendo internacionalmente muy limitado¹⁷, se está incrementando en todo el mundo¹⁸, quizá favorecido por una curva de aprendizaje más corta⁴⁴ que permite realizar resecciones complejas más tempranamente³⁹, registrando incluso menores complicaciones⁴⁵ y logrando completar un mayor número de cirugías de manera mínimamente invasiva⁴⁰, optimizando la preservación de parénquima⁵⁵ e incluso reduciendo la estancia hospitalaria⁵⁶. Nuestra experiencia es coherente con las series publicadas recientemente, en las que se describe una menor tasa de conversión a CHA^{41,49,50}.

Si bien la CHL se encuentra en el estadio 3 IDEAL⁴⁶ de la innovación quirúrgica («early adopter»), la CHR se encuentra actualmente en el estadio 2a («pioneer»). En su desarrollo cuenta con las lecciones ya aprendidas en la CHL: el abordaje caudal del hilio hepático⁴⁷, el aislamiento de los pedículos siguiendo la cápsula de Laennec⁴⁸ o las Cone Unit⁴⁹, permitiendo resecciones más precisas y anatómicas. Su desarrollo representa un «regreso al futuro» para los cirujanos, dado que la falta de material específico para la transección del parénquima se ha compensado con el uso de las pinzas bipolares y las tijeras, asemejándose más a la ya conocida kellyclasia de la CHA.

La metodología de la transección parenquimatosa robótica no está sistematizada en la literatura, contando con un método híbrido en numerosas series. En nuestro caso se ha usado un procedimiento sistematizado puramente robótico consistente en la «microfractura-coagulación», sin usar herramientas externas a la plataforma (fig. 1), demostrando que las prestaciones robóticas de serie son suficientes para reproducir los resultados internacionalmente aceptados. De esta manera la transección del parénquima podría ser algo más lenta que en el abordaje laparoscópico, traduciéndose en un mayor tiempo de clampaje hilar, lo que a su vez podría haber contribuido a obtener unas pérdidas hemáticas y un índice de transfusión muy bajo en el grupo CHR.

La experiencia en CHL, con una curva de aprendizaje ya superada, permite realizar un mayor número de resecciones múltiples y de resecciones mayores. Aún así, mediante el sistema robótico se han conseguido realizar resecciones mayores antes que con la CHL en su momento, como la primera hepatectomía mayor antes de los primeros 10 casos (la primera hepatectomía izquierda fue operada en 3.º lugar y la primera hepatectomía derecha en 6.º lugar) y la primera bipartición hepática in situ tipo ALPPS antes de los 100 casos (82.º lugar). El hecho de contar con 10 hepatectomías mayores en el grupo CHR (3 hepatectomías derechas) pero 24 en el grupo CHL (18 hepatectomías derechas) refleja que la complejidad quirúrgica de ambos grupos es diferente impidiendo realizar un análisis comparativo de los resultados. Posiblemente esta diferencia se deba a que inicialmente los casos más complejos eran intervenidos preferentemente por vía laparoscópica, aunque posteriormente la realización de RHR mayores se ha ido incrementando a medida que se acumulaba experiencia (fig. 2), siendo notoria la rapidez con que éstas se realizaron por primera vez.

Hay que matizar que a pesar de que estancia hospitalaria media fue menor para la CHR, quizás favorecida por haber menos resecciones mayores, en el grupo CHL hubo 12 conversiones que globalmente incrementaron la estancia. El mayor número de conversiones en este grupo podría deberse a una mejor selección de los pacientes en el grupo CHR.

Resulta sorprendente que a pesar de un mayor tiempo de clampaje hilar en el grupo CHR, el tiempo operatorio de ambos grupos fue similar, quizás por el tiempo de embolsado y/o del tiempo empleado en la revisión hemostática, si bien no se registraron tales datos y podría ser interesante analizarlo en un futuro.

En referencia a las limitaciones del presente estudio, hay que destacar que los dos grupos no son comparables debido a la mayor incidencia de casos de hepatocarcinoma en el grupo CHR respecto al CHL, y también a la mayor incidencia de hepatectomías mayores y resecciones múltiples en el grupo CHL, por lo que no es posible el análisis comparativo de los resultados postoperatorios. Aunque el registro de los pacientes se efectuó prospectivamente, el análisis de los resultados fue retrospectivo. Por otra parte, el limitado número de RHR mayores no permitió realizar un emparejamiento ni un análisis de subgrupos. Aunque este hecho puede sesgar la interpretación de los resultados hay que destacar que la rápida implementación de la CHR permitió recoger un número similar de casos en el mismo periodo de tiempo.

Tabla 4 – Evolución de la vía de acceso en cirugía hepática electiva en función del tiempo durante el periodo de estudio (abril 2018-junio 2022)

	2018	2019	2020	2021	2022
CHL	25	39	20	11	4
CHR	8	13	17	26	19
CHA	37	12	22	26	19

Los valores totales incluyen resecciones mayores y menores.

CHA: cirugía hepática abierta; CHL: cirugía hepática laparoscópica; CHR: cirugía hepática robótica.

Técnicamente el robot ofrece varias capacidades metahumanas, como la consola ergonómica, el fácil cambio a visión de verde de indocianina (ICG)⁵¹ desde los mandos de la consola a voluntad del cirujano, visión estereoscópica de 10 aumentos, 7 grados de movimiento, muy buena energía bipolar y monopolar, y filtrado del temblor esencial pudiendo todo ello influir en la proporción comparable de resecciones anatómicas o segmentos posteriores (6,7,8) consideradas difíciles por vía laparoscópica⁵²⁻⁵⁴. Como se indicó en la encuesta paneuropea sobre cirugía hepática⁵⁷, hasta un 70% de los cirujanos hepáticos afirmaron que la cirugía hepática se realizará de forma mínimamente invasiva en el futuro, y hasta un 30% se inclinaron por la vía robótica, si bien actualmente el 85% de los cirujanos no ha realizado nunca CHR y un 40% nunca CHL compleja⁴⁵.

Siguiendo así la vía de los pioneros, se apuesta por el trabajo multidisciplinar y se entiende el robot como una plataforma de implementación de nuevas tecnologías, como son la navegación intraoperatoria con ecografía intraoperatoria, ICG⁵¹, modelos 3D (virtuales y físicos)^{58,59} y su consulta intraoperatoria desde la consola, así como la realidad aumentada (AR)⁶⁰, la telemedicina⁶¹ y/o la inteligencia artificial (IA). No hay que olvidar que la plataforma robótica ofrece una fuente inagotable de datos que van a tener un papel muy decisivo en la cirugía remota y en los protocolos de cirugía asistida por la IA. Se prevé que en los próximos 10 a 30 años la coexistencia de IA, AR, *big data* y la computación cuántica darán como resultado un salto disruptivo de la tecnología⁶², dotando a las plataformas robóticas de un potencial desconocido en el que los cirujanos deberemos implicarnos.

Como conclusión, la cirugía robótica permite, por un lado, realizar resecciones hepáticas de manera segura y reproducible con unos resultados no inferiores a las resecciones laparoscópicas, y por otro lado, dado que podría presentar una curva de aprendizaje más corta que la cirugía laparoscópica, permite llevar a cabo resecciones complejas de una manera más temprana. La evolución de la plataforma robótica nos lleva a pensar que en un futuro inmediato se instaure la cirugía robótica como el abordaje mínimamente invasivo de elección, requiriendo para ello estudios aleatorizados.

Conflicto de intereses

Los autores firmantes declaran no tener ningún conflicto de intereses referente al contenido del presente manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- Gagner M. Pioneers in laparoscopic solid organ surgery. *Surg Endosc.* 2003;17:1853-4. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-003-8115-z>. author reply 1855.
- Cugat-Andorrà E, García-Domingo MI, Bretcha-Boix P, Marco-Molina C, Rodríguez-Campos A. Laparoscopia y cirugía hepática: técnica e indicaciones. *Cir Esp.* 2004;75:23-8. [http://dx.doi.org/10.1016/S0009-739X\(04\)72268-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0009-739X(04)72268-X).
- Buell JF, Cherqui D, Geller DA, O'Rourke N, Iannitti D, Dagher I, et al., World Consensus Conference on Laparoscopic Surgery. The international position on laparoscopic liver surgery: The Louisville Statement, 2008. *Ann Surg.* 2009;250:825-30. <http://dx.doi.org/10.1097/sla.0b013e3181b3b2d8>.
- Wakabayashi G, Cherqui D, Geller DA, Buell JF, Kaneko H, Han HS, et al. Recommendations for laparoscopic liver resection: A report from the second international consensus conference held in Morioka. *Ann Surg.* 2015;261:619-29. <http://dx.doi.org/10.1097/SLA.0000000000001184>.
- Cherqui D, Wakabayashi G, Geller DA, Buell JF, Han HS, Soubrane O, et al., International Laparoscopic Liver Society. The need for organization of laparoscopic liver resection. *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2016;23:665-7. <http://dx.doi.org/10.1002/jhbp.401>.
- Abu Hilal M, Aldrighetti L, Dagher I, Edwin B, Troisi RI, Alikhanov R, et al. The Southampton Consensus Guidelines for Laparoscopic Liver Surgery: From Indication to Implementation. *Ann Surg.* 2018;268:11-8. <http://dx.doi.org/10.1097/SLA.0000000000002524>.
- Liu R, Wakabayashi G, Kim HJ, Choi GH, Yiengpruksawan A, Fong Y, et al. International consensus statement on robotic hepatectomy surgery in 2018. *World J Gastroenterol.* 2019;25:1432-44. <http://dx.doi.org/10.3748/wjg.v25.i12.1432>.
- Gotohda N, Cherqui D, Geller DA, Abu Hilal M, Berardi G, Ciria R, et al. Expert Consensus Guidelines: How to safely perform minimally invasive anatomic liver resection. *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2022;29:16-32. <http://dx.doi.org/10.1002/jhbp.1079>.
- Cugat E, Olsina JJ, Rotellar F, Artigas V, Suárez MA, Moreno-Sanz C, et al. Resultados iniciales del Registro Nacional de Cirugía Hepática por Laparoscopia. *Cir Esp.* 2005;78:152-60. [http://dx.doi.org/10.1016/s0009-739x\(05\)70909-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0009-739x(05)70909-x).
- Ciria R, Cherqui D, Geller DA, Briceno J, Wakabayashi G. Comparative Short-term Benefits of Laparoscopic Liver Resection: 9000 Cases and Climbing. *Ann Surg.* 2016;263:761-77. <http://dx.doi.org/10.1097/SLA.0000000000001413>.
- Taillieu E, de Meyere C, Nuytens F, Verslype C, D'Hondt M. Laparoscopic liver resection for colorectal liver metastases - short- and long-term outcomes: A systematic review. *World J Gastrointest Oncol.* 2021;13:732-57. <http://dx.doi.org/10.4251/wjgo.v13.i7.732>.
- Marescaux J, Leroy J, Gagner M, Rubino F, Mutter D, Vix M, et al. Transatlantic robot-assisted telesurgery. *Nature.* 2001;413:379-80.
- Vibert E, Denet C, Gayet B. Major digestive surgery using a remote-controlled robot: The next revolution. *Arch Surg.* 2003;138:1002-6. <http://dx.doi.org/10.1001/archsurg.138.9.1002>.
- Wakabayashi G, Sasaki A, Nishizuka S, Furukawa T, Kitajima M. Our initial experience with robotic hepatobiliary-pancreatic surgery. *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2011;18:481-7. <http://dx.doi.org/10.1007/s00534-011-0388-3>.
- Peters BS, Armijo PR, Krause C, Choudhury SA, Oleynikov D. Review of emerging surgical robotic technology. *Surg Endosc.* 2018;32:1636-55. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-018-6079-2>.
- Ho CM, Wakabayashi G, Nitta H, Ito N, Hasegawa Y, Takahara T. Systematic review of robotic liver resection. *Surg Endosc.* 2013;27:732-9. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-012-2547-2>.
- Fahrner R, Rauchfuß F, Bauschke A, Kissler H, Settmacher U, Zanow J. Robotic hepatic surgery in malignancy: Review of the current literature. *J Robot Surg.* 2019;13:533-8.
- Connelly TM, Malik Z, Sehgal R, Byrnes G, Coffey JC, Peirce C. The 100 most influential manuscripts in robotic surgery: A bibliometric analysis. *J Robot Surg.* 2020;14:155-65. <http://dx.doi.org/10.1007/s11701-019-00956-9>.
- Ciria R, Berardi G, Nishino H, Chan ACY, Chanwat R, Chen KH, et al., Study group of Precision Anatomy for Minimally Invasive Hepato-Biliary-Pancreatic surgery (PAM-HBP

- surgery).. A snapshot of the 2020 conception of anatomic liver resections and their applicability on minimally invasive liver surgery. A preparatory survey for the Expert Consensus Meeting on Precision Anatomy for Minimally Invasive HBP Surgery. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*. 2022;29:41–50. <http://dx.doi.org/10.1002/jhbp.959>.
20. Ayabe RI, Azimuddin A, Tran Cao HS. Robot-assisted liver resection: The real benefit so far. *Langenbecks Arch Surg*. 2022. <http://dx.doi.org/10.1007/s00423-022-02523-7>.
 21. Gavriilidis P, Roberts KJ, Aldrighetti L, Sutcliffe RP. A comparison between robotic, laparoscopic and open hepatectomy: A systematic review and network meta-analysis. *Eur J Surg Oncol*. 2020;46:1214–24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejso.2020.03.227>.
 22. Strasberg SM. Nomenclature of hepatic anatomy and resections: A review of the Brisbane 2000 system. *J Hepatobiliary Pancreat Surg*. 2005;12:351–5. <http://dx.doi.org/10.1007/s00534-005-0999-7>.
 23. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of surgical complications: A new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg*. 2004;240:205–13. <http://dx.doi.org/10.1097/01.sla.0000133083.54934.ae>.
 24. Slankamenac K, Graf R, Barkun J, Puhan MA, Clavien PA. The comprehensive complication index: A novel continuous scale to measure surgical morbidity. *Ann Surg*. 2013;258:1–7. <http://dx.doi.org/10.1097/SLA.0b013e318296c732>.
 25. Wilmore DW, Kehlet H. Management of patients in fast track surgery. *BMJ*. 2001;322:473–6. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.322.7284.473>.
 26. Carli F, Silver JK, Feldman LS, McKee A, Gilman S, Gillis C, et al. Surgical Prehabilitation in Patients with Cancer: State-of-the-Science and Recommendations for Future Research from a Panel of Subject Matter Experts. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2017;28:49–64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmr.2016.09.002>.
 27. Ljungqvist O, Scott M, Fearon KC. Enhanced Recovery After Surgery: A Review. *JAMA Surg*. 2017;152:292–8. <http://dx.doi.org/10.1001/jamasurg.2016.4952>.
 28. Berber E, Akyildiz HY, Aucejo F, Gunasekaran G, Chalikhonda S, Fung J. Robotic versus laparoscopic resection of liver tumours. *HPB (Oxford)*. 2010;12:583–6. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1477-2574.2010.00234.x>.
 29. Packiam V, Bartlett DL, Tohme S, Reddy S, Marsh JW, Geller DA, et al. Minimally invasive liver resection: Robotic versus laparoscopic left lateral sectionectomy. *J Gastrointest Surg*. 2012;16:2233–8. <http://dx.doi.org/10.1007/s11605-012-2040-1>.
 30. Troisi RI, Patrìti A, Montalti R, Casciola L. Robot assistance in liver surgery: A real advantage over a fully laparoscopic approach? Results of a comparative bi-institutional analysis. *Int J Med Robot*. 2013;9:160–6. <http://dx.doi.org/10.1002/rcs.1495>.
 31. Tsung A, Geller DA, Sukato DC, Sabbaghian S, Tohme S, Steel J, Marsh W, et al. Robotic versus laparoscopic hepatectomy: A matched comparison. *Ann Surg*. 2014;259:549–55. <http://dx.doi.org/10.1097/SLA.0000000000000250>.
 32. Yu YD, Kim KH, Jung DH, Namkoong JM, Yoon SY, Jung SW, et al. Robotic versus laparoscopic liver resection: A comparative study from a single center. *Langenbecks Arch Surg*. 2014;399:1039–45. <http://dx.doi.org/10.1007/s00423-014-1238-y>.
 33. Kim JK, Park JS, Han DH, Choi GH, Kim KS, Choi JS, et al. Robotic versus laparoscopic left lateral sectionectomy of liver. *Surg Endosc*. 2016;30:4756–64. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-016-4803-3>.
 34. Montalti R, Scuderi V, Patrìti A, Vivarelli M, Troisi RI. Robotic versus laparoscopic resections of posterosuperior segments of the liver: A propensity score-matched comparison. *Surg Endosc*. 2016;30:1004–13. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-015-4284-9>.
 35. Fruscione M, Pickens R, Baker EH, Cochran A, Khan A, Ocuin L, et al. Robotic-assisted versus laparoscopic major liver resection: Analysis of outcomes from a single center. *HPB (Oxford)*. 2019;21:906–11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhpb.2018.11.011>.
 36. Marino MV, Shabat G, Guarrasi D, Gulotta G, Komorowski AL. Comparative Study of the Initial Experience in Performing Robotic and Laparoscopic Right Hepatectomy with Technical Description of the Robotic Technique. *Dig Surg*. 2019;36:241–50. <http://dx.doi.org/10.1159/000487686>.
 37. Wang ZZ, Tang WB, Hu MG, Zhao ZM, Zhao GD, Li CG, et al. Robotic vs laparoscopic hemihepatectomy: A comparative study from a single center. *J Surg Oncol*. 2019;120:646–53. <http://dx.doi.org/10.1002/jso.25640>.
 38. Esteban Cugat Andorrà, Manel Cremades Perez, Jordi Navinés López, Carlota Matallana Azorín, Alba Zárate Pinedo, Fernando Pardo Aranda. et al. Desafío y futuro de la cirugía robótica hepática y pancreática. Análisis de 64 casos en una unidad especializada. *Cir Esp*. 2022;100:154–60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ciresp.2021.01.009>.
 39. Ziozas IA, Giannis D, Esagian SM, Economopoulos KP, Tohme S, Geller DA. Laparoscopic versus robotic major hepatectomy: A systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc*. 2021;35:524–35. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-020-08008-2>.
 40. Kadam P, Sutcliffe RP, Scatton O, Sucandy I, Kingham TP, Liu R, et al. International Robotic and Laparoscopic Liver Resection Study Group Investigators. An international multicenter propensity-score matched and coarsened-exact matched analysis comparing robotic versus laparoscopic partial liver resections of the anterolateral segments. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*. 2022;29:843–54. <http://dx.doi.org/10.1002/jhbp.1149>.
 41. Chiow AKH, Fuks D, Choi GH, Syn N, Sucandy I, Marino MV, et al. International Robotic and Laparoscopic Liver Resection Study Group collaborators. International multicentre propensity score-matched analysis comparing robotic versus laparoscopic right posterior sectionectomy. *Br J Surg*. 2021;108:1513–20. <http://dx.doi.org/10.1093/bjs/znaab321>.
 42. Hu M, Liu Y, Li C, Wang G, Yin Z, Lau WY, et al. Robotic versus laparoscopic liver resection in complex cases of left lateral sectionectomy. *Int J Surg*. 2019;67:54–60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijsu.2005.008>.
 43. Nota CL, Woo Y, Raoof M, Boerner T, Molenaar IQ, Choi GH, et al. Robotic Versus Open Minor Liver Resections of the Posterosuperior Segments: A Multinational. Propensity Score-Matched Study. *Ann Surg Oncol*. 2019;26:583–90. <http://dx.doi.org/10.1245/s10434-018-6928-1>.
 44. Chua D, Syn N, Koh YX, Goh BKP. Learning curves in minimally invasive hepatectomy: Systematic review and meta-regression analysis. *Br J Surg*. 2021;108:351–8. <http://dx.doi.org/10.1093/bjs/znaa118>.
 45. Ciria R, Berardi G, Alconchel F, Briceño J, Choi GH, Wu YM, et al. The impact of robotics in liver surgery: A worldwide systematic review and short-term outcomes meta-analysis on 2,728 cases. *J Hepatobiliary Pancreat Sci*. 2022;29:181–97. <http://dx.doi.org/10.1002/jhbp.869>.
 46. Cook JA, McCulloch P, Blazeby JM, Beard DJ, Marinac-Dabic D, Sedrakyan A, IDEAL Group. DEAL framework for surgical innovation 3: Randomised controlled trials in the assessment stage and evaluations in the long term study stage. *BMJ*. 2013;346:f2820. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.f2820>.
 47. Tomishige H, Morise Z, Kawabe N, Nagata H, Ohshima H, Kawase J, et al. Caudal approach to pure laparoscopic posterior sectionectomy under the laparoscopy-specific

- view. *World J Gastrointest Surg.* 2013;5:173-7. <http://dx.doi.org/10.4240/wjgs.v5.i6.173>.
48. Sugiyoka A, Kato Y, Tanahashi Y. Systematic extrahepatic Glissonean pedicle isolation for anatomical liver resection based on Laennec's capsule: Proposal of a novel comprehensive surgical anatomy of the liver. *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2017;24:17-23. <http://dx.doi.org/10.1002/jhbp.410>.
 49. Takasaki K. Hepatic resection using glissonean pedicle transection [Article in Japanese]. *Nihon Geka Gakkai Zasshi.* 1998;99:245-50.
 50. Yang HY, Choi GH, Chin KM, Choi SH, Syn NL, Cheung TT, et al. Robotic and laparoscopic right anterior sectionectomy and central hepatectomy: Multicentre propensity score-matched analysis. *Br J Surg.* 2022;109:311-4. <http://dx.doi.org/10.1093/bjs/znab463>.
 51. Takada M, Takeuchi M, Suzuki E, Sato F, Matsumoto Y, Torii M, et al. Real-time navigation system for sentinel lymph node biopsy in breast cancer patients using projection mapping with indocyanine green fluorescence. *Breast Cancer.* 2018;25:650-5. <http://dx.doi.org/10.1007/s12282-018-0868-2>.
 52. Ban D, Tanabe M, Ito H, Otsuka Y, Nitta H, Abe Y, et al. A novel difficulty scoring system for laparoscopic liver resection. *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2014;21:745-53. <http://dx.doi.org/10.1002/jhbp.166>.
 53. Cipriani F, Fiorentini G, Magistri P, Fontani A, Menonna F, Annecchiario M, et al. Pure laparoscopic versus robotic liver resections: Multicentric propensity score-based analysis with stratification according to difficulty scores. *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2021. <http://dx.doi.org/10.1002/jhbp.1022>.
 54. Chong CCN, Lok HT, Fung AKY, Fong AKW, Cheung YS, Wong J, et al. Robotic versus laparoscopic hepatectomy: Application of the difficulty scoring system. *Surg Endosc.* 2020;34:2000-6. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-019-06976-8>.
 55. Wakabayashi G, Cherqui D, Geller DA, Abu Hilal M, Berardi G, Ciria R, et al. The Tokyo 2020 terminology of liver anatomy and resections: Updates of the Brisbane 2000 system. *J Hepatobiliary Pancreat Sci.* 2022;29:6-15. <http://dx.doi.org/10.1002/jhbp.1091>.
 56. Chong CC, Fuks D, Lee KF, Zhao JJ, Choi GH, Sucandy I, et al., International Robotic and Laparoscopic Liver Resection study group investigators. Propensity Score-Matched Analysis Comparing Robotic and Laparoscopic Right and Extended Right Hepatectomy. *JAMA Surg.* 2022. <http://dx.doi.org/10.1001/jamasurg.2022.0161>.
 57. Zwart MJW, Görgec B, Arabiyat A, Nota CLM, van der Poel MJ, Fichtinger RS, et al. Pan-European survey on the implementation of robotic and laparoscopic minimally invasive liver surgery. *HPB (Oxford).* 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hpb.2021.08.939>. S1365-182X(21)01583-5..
 58. Gavriliadis P, Edwin B, Pelanis E, Hidalgo E, de'Angelis N, Memeo R, et al. Navigated liver surgery: State of the art and future perspectives. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int.* 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hbpd.2021.09.002>. S1499-3872(21)00172-7..
 59. Lopez-Lopez V, Robles-Campos R, García-Calderon D, Lang H, Cugat E, Jiménez-Galanes S, et al. Applicability of 3D-printed models in hepatobiliary surgery: Results from "LIV3DPRINT" multicenter study. *HPB (Oxford).* 2021;23:675-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hpb.2020.09.020>.
 60. Saito Y, Sugimoto M, Imura S, Morine Y, Ikemoto T, Iwahashi S, et al. Intraoperative 3D Hologram Support With Mixed Reality Techniques in Liver Surgery. *Ann Surg.* 2020;271:e4-7. <http://dx.doi.org/10.1097/SLA.0000000000003552>.
 61. Cremades M, Ferret G, Parés D, Navinés J, Espin F, Pardo F, et al. Telemedicine to follow patients in a general surgery department. A randomized controlled trial. *Am J Surg.* 2020;219:882-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjsurg.2020.03.023>.
 62. Navinés López J. Artificial intelligence applied to evidence-based surgery [Article in English, Spanish]. *Cir Esp (Engl Ed).* 2019;97:63-4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ciresp.2018.04.011>.