

Colangiografía intraoperatoria: curva de aprendizaje en una Residencia de Cirugía General

Intraoperative cholangiography: Learning curve in a General Surgery residency

Santiago Darrigran , Lucas A. Ituriza , Nicolás A. Lanza , Luciano E. Mercuri , Federico Aispuro , Agustín Chichizola , Jorge López Camelo , Nicolás Guerrini , Carlos M. Canullán 

Servicio de Cirugía General, Instituto Médico Platense, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Los autores declaran no tener conflictos de interés.
Conflicts of interest
None declared.

Correspondencia
Correspondence:
Santiago Darrigran
E-mail:
santiagodarrigran@hotmail.com;
cirugiainp@gmail.com

RESUMEN

Antecedentes: el uso de la colangiografía intraoperatoria dinámica (CIOd) durante la colecistectomía laparoscópica (Colelap) sigue siendo un tema en discusión.

Objetivos: Este trabajo tiene como objetivo describir y evaluar la curva de aprendizaje y los hallazgos en la CIOd durante las colecistectomías laparoscópicas realizadas por residentes de Cirugía General, incluyéndola como herramienta para una colecistectomía segura, así como entrenamiento para el desarrollo de habilidades y destrezas.

Material y métodos: se incluyeron pacientes con indicación de colecistectomía laparoscópica programada o de urgencia. En las cirugías se realizó tracción según Hunter, visión crítica de seguridad y CIOd sistemática, por un residente mayor y la CIOd por un residente inferior, tutorizado por cirujano de planta. Se evaluaron curva de aprendizaje, tiempos operatorios, relación del tiempo de CIOd con el tiempo de duración de la Colelap (CIO/CX), redisección del cístico y litiasis cística y coledociana.

Resultados: se operaron 456 pacientes durante un año (2017-2018). Se observó que, independientemente de quien realice la CIOd, los residentes pudieron mejorar su curva de aprendizaje, objetivándose tiempos más cortos para la Colelap, CIOd y la relación CIO/CX. Los coeficientes de aprendizaje fueron mejores en cirugías más complejas en relación con el semestre. El 5,26% presentó litiasis coledociana (n = 24); de estas, 66,7% tenían litiasis cística (n = 16) y 25% colecistitis (n = 6) asociadas. Todas se resolvieron por vía transcística. No hubo conversiones y se realizó CIOd en el 100%.

Conclusión: la CIOd es un procedimiento ideal para ser practicado de manera sistemática durante la Residencia, porque da el entrenamiento necesario para el manejo de la vía transcística, permite evitar una lesión quirúrgica de vía biliar mayor y el diagnóstico de coledocolitiasis.

■ **Palabras clave:** colangiografía intraoperatoria, colecistectomía laparoscópica, visión crítica de seguridad, triángulo de Calot, curva de aprendizaje, Residencia de Cirugía General.

ABSTRACT

Background: The use of dynamic intra-operative cholangiography (dIOC) during laparoscopic cholecystectomy (Lap Chole) remains a topic under discussion.

Objectives: This study aims to describe and evaluate the learning curve and findings in the dIOC during laparoscopic cholecystectomies performed by Residents of General Surgery, including it as a tool for a safe cholecystectomy, as well as training for the development of skills and abilities.

Material and methods: Patients with indication of scheduled or emergency laparoscopic cholecystectomy were included. In the surgeries, traction was performed according to Hunter, critical safety vision and systematic dIOC, by a senior Resident and the dIOC by a less trained resident, tutored by a staff surgeon. Learning curve, operative times, dIOC time relationship with Lap Chole duration time (IOC/LC), repeated cystic dissection, cystic lithiasis and choledocholithiasis were evaluated.

Results: 456 patients were operated for one year (2017-2018). It was observed that regardless of who performs the dIOC, they were able to improve their learning curve, objectifying shorter times for Lap Chole, dIOC and the IOC/LC relationship. The learning coefficients were better in complex surgeries in relation to the semester. 5.26% had choledocholithiasis (n = 24), of these, 66.7% had cystic lithiasis (n = 16) and 25% associated cholecystitis (n = 6). All were resolved transcystically. There were no conversions and dIOC was performed in 100% of cases.

Conclusion: The dIOC is an ideal procedure to be practiced systematically during residency. Because it gives the necessary training for the management of the transcystic pathway, allows avoiding an upper bile duct injury and the diagnosis of choledocholithiasis.

■ **Keywords:** intra-operative cholangiography, laparoscopic cholecystectomy, critical safety vision, calot's triangle, learning curve, general surgery residency.

Recibido | Received
05-02-20
Aceptado | Accepted
05-08-20

ID ORCID: Santiago Darrigran, 0000-0002-4323-9340; Lucas A. Ituriza, 0000-0002-2059-6249; Nicolás A. Lanza, 0000-0002-0264-2547; Luciano E. Mercuri, 0000-0002-9613-1771; Federico Aispuro, 0000-0002-3546-912X; Agustín Chichizola, 0000-0002-3283-5040; Jorge López Camelo, 0000-0002-3146-5447; Nicolás Guerrini, 0000-0002-3490-4759; Carlos M. Canullán, 0000-0002-5755-0367.

Introducción

Los métodos por imágenes representan un avance en la medicina por poner en evidencia la etiología de las manifestaciones clínicas. La CIOD es una prueba de diagnóstico por imagen del tracto biliar en la que se inyecta un medio de contraste en el conducto biliar y se hace radioscopia.

En 1931, el Dr. Pablo Mirizzi describió por primera vez este método. Su uso fue preferentemente sistemático durante la colecistectomía convencional pero no dinámico. Con el advenimiento del abordaje laparoscópico, disminuyó el empleo de este procedimiento, quizá por la falta de entrenamiento y ser considerado innecesario¹⁻⁴.

En 1991 y 1995 se describieron nuevas formas de tracción vesicular y disección del triángulo de Calot, respectivamente. Ambas permitieron disminuir la incidencia de las lesiones quirúrgicas de vía biliar (LQVB), y sus autores recomendaron el uso de la CIOD^{5,6}. Su propósito fundamental es evitar una lesión mayor e inadvertida de la vía biliar y diagnosticar patología endoluminal⁷⁻⁹.

El objetivo del estudio es describir y evaluar la curva de aprendizaje para la realización de una colangiografía intraoperatoria dinámica (CIOD) en diferentes situaciones clínicas y distintas etapas del aprendizaje en una residencia de Cirugía General.

Material y métodos

El período de estudio se extendió desde diciembre de 2017 hasta diciembre 2018 en el Instituto Médico Platense (La Plata, provincia de Buenos Aires), Centro de nivel 3 en la complejidad de atención. Es un trabajo de tipo prospectivo, descriptivo y observacional. En él fueron incluidos pacientes con patología biliar litiasica en período agudo o crónico, de ambos sexos, mayores de 15 años, con indicaciones de colecistectomía laparoscópica. Se excluyeron pacientes con patología biliar no litiasica, el abordaje convencional, pancreatitis aguda grave, colangitis aguda grave, y litiasis residual o recidivante.

Se evaluó la curva de aprendizaje del residente en la realización de la CIOD, se describieron los hallazgos intraoperatorios y su impacto en ella. Los datos se recolectaron por medio de una planilla que se completaba al finalizar cada Colelap y se depositaba en una urna; cada cuatro meses se realizaba un recuento con carga de los datos obtenidos en una hoja de cálculos de tipo Excel.

Técnica quirúrgica

Colelap: utilización de cuatro trocares según técnica americana modificada, con el paciente en decúbito

dorsal, el cirujano a la izquierda, el ayudante a la derecha, pantalla y laparoscopia encima del hombro derecho del paciente y el instrumentador a los pies. Presión de trabajo del neumoperitoneo a 12 mmHg, óptica de 30º, tracción según técnica de Hunter, disección hasta obtener visión crítica de seguridad y uso de CIOD sistemática.

Criterios de Hunter

- Óptica de 30º: permite la mejor visión de la vía biliar supraduodenal.
- Combinación de tracción: desde el fondo vesicular al hombro derecho y desde el bacinete hasta la fosa ilíaca derecha.
- Comenzar la disección en la unión cístico-vesicular.

Visión crítica según Strasberg

- Dejar el triángulo de Calot libre de tejido fibroadiposo.
- Liberar la vesícula de la parte inferior del lecho (plato cístico).
- Solo dos elementos deben entrar en la vesícula (arteria y conducto cístico).
- CIOD sistemática y su lectura correcta.

Técnica estándar para CIOD¹⁰:

1. Clipado proximal de unión cístico-vesicular para evitar derrame de bilis o caída de cálculos a la cavidad.
2. Corte parcial del cístico con tijera (cisticotomía) en su cara medial.
3. Maniobra de Milking. Consiste en comprimir el cístico desde distal a proximal para progresar cálculos hacia la cisticotomía. De esta manera se pueden extraer litiasis císticas evitando que progresen hacia el colédoco.
4. Canulación del cístico con sonda k-31: a través del trocar 3 (T3 = hipocondrio derecho) se introduce en la cavidad un tubo de metal con la sonda. Tracción con pinza desde trocar 2 (T2 = epigástrico) para mantener la tensión del cístico y poder canular a través de la cisticotomía.
5. Colocación del radioscopio arco en C en posición.
6. Instilación de medio de contraste.
7. Radioscopia con interpretación de las imágenes¹¹.
8. Conducta: según los hallazgos (colecistectomía simple o resolución con instrumentación transcística).

Variantes para la realización de CIOD por dificultades durante el procedimiento

- Utilización de distintos tamaños de sonda k-30, k-31, k-33, según el diámetro del cístico.
- Con colocación de una punta de Abbocath 16 G o 18 G

en el extremo distal de la sonda k-31 para císticos de menor calibre.

- Con empleo de un set de punción lumbar (PL) se introduce el catéter de PL por punción transabdominal con aguja permitiendo manipularlo con pinzas desde T2 y T3.
- Con sonda Foley, cuando se realiza a través del bacinete (Colelap dificultosa).
- Con Butterfly de forma transcoledociana (punción) al agotar la vía transcística.
- Cuando el cístico sufrió un corte total, se utilizó un nudo preformado (endoloop) para sujetar por el extremo proximal del cístico y facilitar su manipulación (tracción) para realizar nueva cisticotomía y canulación.
- Ante la presencia de válvulas de Heister/litiasis cística residual pos-Milking se debe rediseñar el cístico hacia distal y realizar nueva cisticotomía¹².

Se define Colelap dificultosa cuando alguno de los tres pasos fundamentales no se cumple (Hunter, visión crítica y CIOd)^{13,14}.

Datos evaluados (hallazgos intraoperatorios)

Para su mejor análisis estadístico se agruparon los diagnósticos posoperatorios (o poscomplejos) en:

- Cirugías complejas (coledocolitiasis, escleroatrófica y Mirizzi).
- Cirugías no complejas (litiasis vesicular, colecistitis, pólipo vesicular).
- CIOd (vía biliar normal, litiasis cística, litiasis coledociana).
- Curva de Aprendizaje: es una medición del rendimiento trazado en el tiempo de un individuo o grupo (DeCS®). Se utilizaron para la evaluación del aprendizaje de los residentes las mediciones de los tiempos operatorios de la Colelap y de la CIOd, el instrumental utilizado, la complejidad de la intervención y su performance según la etapa del aprendizaje. A la vez se utilizó la relación CIO/CX para realizar un análisis multivariado en el tiempo de estudio, dividido en semestres y contribuir a la evaluación de las habilidades y destrezas de la curva de aprendizaje.

También se fraccionó la relación CIO/CX según cuartiles para evaluar el aprendizaje en:

- 0-25%, cirugías cortas menores a 40 min y CIOd menor de 2 minutos.
- 25-75%, cirugías medias entre 40-60 min y CIOd entre 2-6 minutos.
- 75-100%, cirugías largas mayores de 60 min y CIOd mayor de 6 minutos.

Métodos estadísticos aplicados

Fueron utilizadas pruebas no paramétricas debido a la distribución no gaussiana de la variable dependiente y su respectiva relación no lineal CIO/CX. Se

utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para la comparación entre las variables independientes. Con el fin de identificar las principales variables que modifican la relación CIO/CX se usó una regresión multivariada de medianas.

Para analizar si esta relación era diferente en cirugías cortas, medias y largas se llevó a cabo una regresión multivariada de cuartiles (25, 50, 75). Finalmente, para analizar el impacto del aprendizaje se utilizó el abordaje "Diff en Diff"¹⁵. Esta prueba es ampliamente utilizada en diseños experimentales que intentan medir el impacto de una intervención. Se basa en definir dos períodos (primero y segundo trimestre en filas) y evalúa la intervención en presencia/ausencia de una variable específica, medidas en el primero y segundo semestre. Luego, a partir de la diferencia de la relación CIO/CX entre el segundo y primer semestre de la variable analizada (presencia/ausencia), se obtiene un delta. Si el valor de delta es igual a cero, la intervención no presenta ningún efecto. Bajo la hipótesis nula de delta = 0 se utiliza una prueba de t-Student para evaluar la significancia de la diferencia. Para todas las pruebas realizadas se utilizó un nivel de significancia del 5% y un poder de prueba del 80% (para el tamaño de la muestra del estudio) a fin de detectar un tamaño de efecto del 20% (diferencia mínima para detectar en la comparación de variables) de la relación CIO/CX¹⁵.

Todos los datos y pruebas fueron realizados a través del Software Stata® por StataCorp.

Resultados

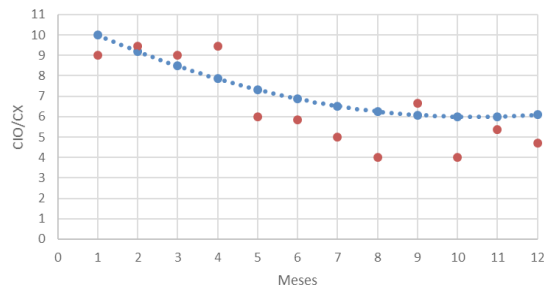
Se operaron 456 Colelap; la edad media de los pacientes fue 46,9 (\pm 15,9), 164 hombres y 292 mujeres. Se realizó CIOd en el 100% de los pacientes.

La duración media de una Colelap fue de 54 minutos (\pm 21,3) y la mediana de 50 minutos. El tiempo medio de la CIOd fue de 6,7 \pm 11,8 min y la mediana de 3 minutos. La CIOd ocupó, en valores de media, el 10% de la cirugía completa; en el 50% de las intervenciones fue un 6,7% de la Colelap. En el primer semestre, la duración de la cirugía completa fue de 57 \pm 20 min y la mediana de 53 minutos; el tiempo de la CIOd fue de 6,7 \pm 8 min y la mediana de 4 minutos; la relación CIO/CX fue de una mediana de 8,3. En el segundo semestre, la duración de la cirugía completa fue de 50 \pm 2 min y la mediana de 45 minutos. El tiempo de la CIOd fue de 6,8 \pm 16 min y la mediana 2 minutos. Finalmente, la mediana de la relación CIO/CX fue de 6,2.

La figura 1 muestra la curva de aprendizaje a lo largo de 1 año; los puntos rojos son los valores observados de la relación CIO/CX y la línea de puntos celestes muestra los valores de CIO/CX con el ajuste del modelo. Se puede observar que existió un aprendizaje significativo que alcanza una meseta a partir del mes 10 del estudio.

La tabla 1 muestra la mediana de la relación de la colangiografía en la Colelap según diagnósticos,

■ FIGURA 1



Curva de aprendizaje

■ TABLA 1

Relación de la colangiografía en la Colelap según diagnóstico, técnicas de CIO, parámetros de seguridad y actores

VARIABLES	n	Mediana (%)	p
Diagnóstico POP			
Litiasis vesicular	308	7,06	
Colecistitis	110	6,67	
Colestasis	4	6,19	
Pólipo	2	12,00	
Colangitis	2	4,62	
LV + Hernia	12	6,57	
Coledocolitiasis	12	25,34	
Escleroatrófica	4	1,00	
Mirizzi I	2	6,25	0,169
Complejidad			
No complejo	438	6,67	
Complejo	18	12,18	0,047
Técnica CIO			
K-31	394	6,67	
K-33 + Abbocath	18	6,67	
Set PL	42	10,00	
Foley	2	6,25	0,018
Hunter			
No y óptica 0 ^o	76	12,49	
Sí	380	7,14	0,143
Visión crítica			
No	26	5,40	
Sí	430	6,97	0,120
Ayudante			
Residente R2	238	7,59	
Residente R3	82	7,84	
Residente R1	136	6,67	0,004
Litiasis cística			
No	402	6,78	
Sí	54	6,45	0,950
Litiasis coledociana			
No y previa	432	17,00	
Sí	24	12,89	0,007
Cirujano			
Planta	66	7,4	
Residente R2	218	6,67	
Residente R3	144	8,75	
Residente R1	32	5,45	0,003
Redisección			
No	382	6,97	
Sí	74	6,67	0,723
Recitotomía			
No	406	6,78	
Sí	50	6,67	0,274

técnicas de CIOd, parámetros de seguridad y actores.

Se encontraron diferencias significativas entre las medianas de las CIO/CX, cuando la relación CIO/CX fue mayor para cirugías complejas, cuando se utilizó el set de punción lumbar para la CIOd y en el tratamiento de la coledocolitiasis (Tabla 1).

Incorporando las variables en una regresión de medianas multivariadas se observa un aprendizaje significativo en los distintos semestres (Semestre: $b = -0,0245$, $p < 0,001$) y que la complejidad dificulta la curva de aprendizaje (Complejidad: $b = 0,1151$, $p < 0,001$), independiente de las otras variables. Considerando la relación CIO/CX en corta, media y larga según cuartiles 25% (CIO/CX = 4%), 50% (CIO/CX = 6%), 75% (CIO/CX = 9%), respectivamente, observamos una correlación positiva entre lo aprendido y el tiempo quirúrgico.

Para cirugías cortas, el impacto fue ($b = -0,0063$, $p = 0,054$), para cirugías medias ($b = -0,0245$, $p < 0,001$) y para las cirugías largas ($b = -0,0386$, $p < 0,001$), independientemente de las otras variables incorporadas al modelo (Tabla 2).

■ TABLA 2

Impacto de las variables sobre el aprendizaje en colangiografía según la relación corta, media y larga de la CIO/CX

	VARIABLES	b	p
Cuartil 25% cirugías cortas	Edad	0,0001	0,411
	Sexo	0,0062	0,095
	Semestre	-0,0063	0,054
	Poscomplejos	0,0134	0,762
	Coledocolitiasis	-0,0065	0,851
	Hunter	0,0076	0,112
	Visión crítica	0,0027	0,811
Cuartil 50% cirugías medias		0,0376	0,007
	Edad	0,0002	0,046
	Sexo	0,0030	0,550
	Semestre	-0,0245	<0,001
	Poscomplejos	0,1219	0,214
	Coledocolitiasis	0,0044	0,899
	Hunter	0,0054	0,415
Cuartil 75% cirugías largas	Visión crítica	0,0041	0,806
		0,0600	0,001
	Edad	0,0004	0,137
	Sexo	-0,0016	0,873
	Semestre	-0,0386	<0,001
	Poscomplejos	0,1756	0,285
	Coledocolitiasis	0,0139	0,712
Hunter		0,0130	0,172
	Visión crítica	-0,0088	0,853
		0,0945	0,067

La evolución del aprendizaje establecida en dos semestres muestra que los mayores impactos se registraron cuando: las cirugías resultaron complejas (redujo la relación CIO/CX de 32% de la Colelap a 6%), con el tratamiento de litiasis coledociana (se redujo de 19% a 6%), en presencia de litiasis cística (de 10% a 6%); en la recisticotomía (16% a 6%) y cuando se lleva a cabo la redisección del cístico (13% a 6%) [Tabla 3].

Discusión

El diseño del estudio y el medio donde se llevó a cabo permiten que sea posible su reproducción en otros centros de salud. Identificamos dos puntos de discusión:

- La curva de aprendizaje para la realización de una CIOd.
- La identificación de litiasis cística y coledocolitiasis.

A diferencia de la publicación hecha por Bresadola, que comparaba la performance del residente con la del cirujano de planta, nuestro trabajo se centró en evaluar la curva de aprendizaje y cuál era el impacto de esta sobre el proceso de aprendizaje del residente durante las Colelap. Se usó a la CIOd sistemática como parámetro para medir el desempeño de los residentes¹⁶. Analizando los resultados, se puede observar que:

- Disminuyó el tiempo de la CIOd de 4 a 2 minutos de un semestre a otro en el 50% de las intervenciones para una duración mediana de cirugía aproximada de entre 45 y 55 minutos.
- La relación CIO/CX se redujo del 8,3 del total de las cirugías en el primer semestre a un 6,2 en el segundo semestre. Se pudo observar que, a pesar de la presencia de múltiples factores que podrían afectar la relación CIO/CX, la evolución del aprendizaje se mantuvo aun cuando se lo incluyó en el análisis multivariado. El impacto del aprendizaje fue superior en cirugías de mayor complejidad; interpretamos que esto sucede debido al entrenamiento escalonado y progresivo de los residentes^{17,18}.
- El uso sistemático y el consiguiente entrenamiento en la realización de CIOd permitió diagnosticar y tratar las litiasis císticas y coledocianas en el 100% de los casos, sin evidenciarse morbilidad asociada, coincidiendo con la serie informada por el Servicio de Cirugía del Hospital Argerich¹².
- No podemos afirmar que la ausencia de LQVB en nuestra serie se relacione estrictamente con la implementación de la CIOd sistemática, pero sí coincidimos con lo publicado por F. Álvarez, en cuanto a la diferencia en el pronóstico si el diagnóstico es en el posoperatorio como una lesión inadvertida¹⁹.

■ TABLA 3

Evolución del aprendizaje según diagnóstico, técnicas de CIOd, parámetros de seguridad y actores (residentes y cirujanos)

VARIABLES	Semestre 0		Semestre 1		Diff en Diff	p
	N	Mediana (%)	N	Mediana (%)		
Complejidad						
No complejo	277	8,34	161	6,52		
Complejo	8	31,59	10	6,25	-0,222	<0,001
Técnica CIO						
K-31	239	7,69	155	6,52		
K-33 + Abbocath	8	16,00	10	6,03		
Set PL	38	10,55	4	5,00		
Foley			2	6,25	-0,013	0,503
Hunter						
No y óptica 0º	46	7,50	30	6,12		
Sí	239	8,57	141	6,52	-0,049	0,081
Visión crítica						
No	9	4,45	17	5,40		
Sí	276	8,42	154	6,59	0,012	0,796
Ayudante						
Residente R2	164	8,90	74	6,12		
Residente R3	82	7,84				
Residente R1	39	6,67	97	6,52	0,020	0,100
Litiasis cística						
No	252	8,34	150	6,67		
Sí	33	10,00	21	5,45	-0,086	0,007
Litiasis coledociana						
No y previa	266	8,10	164	6,52		
Sí	19	19,35	7	6,25	-0,232	<0,001
Cirujano						
Cirujano de planta	41	8,33	21	6,00		
Residente R2	121	7,14	97	6,52		
Residente R3	123	9,61	21	6,67		
Residente R1			32	5,45	-0,021	0,035
Redisección						
No	250	8,05	132	6,67		
Sí	35	13,51	39	5,45	-0,114	<0,001
Recisticotomía						
No	260	8,10	146	6,67		
Sí	25	16,21	25	5,40	-0,171	<0,001

Conclusión

En la actualidad, la Colelap es la cirugía más frecuente en los Servicios de Cirugía General. Resultan relevantes la formación y capacitación del residente para la realización de esta cirugía con los máximos parámetros de seguridad. La CIOd sistemática es uno de los pilares de la colecistectomía segura y brinda entrenamiento para el manejo de la vía transcística no modificando la morbilidad posoperatoria.

ENGLISH VERSION

Introduction

Imaging methods represent an advance in medicine, highlighting the etiology of clinical manifestations. Dynamic intraoperative cholangiography (diOC) is a diagnostic imaging test of the biliary tract in which a contrast dye is injected into the bile duct and fluoroscopy is performed.

In 1931, Pablo Mirizzi first described this procedure. Its use was preferably systematic -not dynamic- during conventional cholecystectomy. Since the advent of the laparoscopic approach, the use of this procedure decreased, probably due to lack of training and to being considered unnecessary¹⁻⁴.

New forms of gallbladder traction and dissection of Calot's triangle were described in 1991 and 1995, respectively. Both techniques reduced the incidence of surgical bile duct injury, and their authors recommended the use of diOC^{5,6}. It plays a significant role in prevention of major and inadvertent bile duct injury, and in diagnosing endoluminal pathology⁷⁻⁹. The aim of this study is to describe and assess the learning curve for performing a dynamic intraoperative cholangiography (diOC) in different clinical situations and learning stages in a General Surgery residency.

Material and methods

The study period was from December 2017 to December 2018, in the Instituto Médico Platense (La Plata, Buenos Aires), tertiary level of health care center. It is a prospective, descriptive and observational study in which male and female patients >15 years of age with acute or chronic cholelithiasis and indication for laparoscopic cholecystectomy were included. Patients with acalculous gallbladder disease, conventional surgery, severe acute pancreatitis or cholangitis, and residual or relapsing cholelithiasis were excluded.

The resident learning curve for diOC was assessed, and intraoperative findings and its impact on the procedure were described. Data were collected in a spreadsheet filled in at the end of each laparoscopic cholecystectomy (Lap Chole) and placed it in an urn; every four months, data were uploaded to an Excel spreadsheet.

Surgical technique

Lap Chole: Four trocars were used according to the modified American technique, with the patient in dorsal recumbent position, the surgeon on the left, the assistant on the right, screen and laparoscope above

the patient's right shoulder, and the scrub nurse at the feet. Pneumoperitoneum was set at 12 mm Hg, 30 degree camera, traction based on Hunter's technique, dissection until safety critical vision is obtained, and use of systematic diOC.

Hunter criteria

- 30 degree laparoscopic camera: allows optimal view of the supraduodenal bile duct.
- Combination of traction: from the gallbladder bottom to the right shoulder and from the gallbladder neck to the right iliac region.
- Start dissection at the cystic duct-gallbladder junction.

Strasberg's critical view

- Calot's triangle must be cleared of fat and fibrous tissue.
- The gallbladder should be separated from the liver bed of the gallbladder (cystic plate).
- Only two structures should enter the gallbladder (cystic duct and artery).
- Systematic diOC and its correct reading.

Standard diOC technique¹⁰

1. Proximal clipping of the cystic duct-gallbladder junction to avoid bile leakage or stones falling into the cavity.
2. Partial cystic duct cut with scissors (cysticotomy) at its midpoint.
3. Milking maneuver. It consists in distal to proximal compression of the cystic duct to progress stones towards cysticotomy. Cystic lithiasis can be removed to prevent progression into the bile duct.
4. Cannulation of the cystic duct with a k-31 catheter: a metal tube is introduced with the catheter into the cavity through Trocar 3 (T3 = right hypochondrium). Traction with forceps from Trocar 2 (T2 = epigastric) to maintain cystic tension and catheter through cysticotomy.
5. Placement of the fluoroscopy C-arm in position.
6. Instillation of contrast dye.
7. Interpretation of fluoroscopy images¹¹.
8. Strategy: based on the findings (simple cholecystectomy or resolution by transcystic approach).

diOC variants determined by the difficulties during the procedure:

- Using different catheter sizes (k-30, k-31, k-33) according to the cystic duct diameter.

- Placing a 16 G or 18 G Abbocath tip in the distal end of the k-31 probe for smaller duct diameters.
- Using a lumbar puncture (LP) set; the LP catheter is introduced by transabdominal puncture with a needle, and manipulated with forceps from T2 and T3.
- Using a Foley catheter when performed through the infundibulum of the gallbladder (complicated LapChole).
- Using a butterfly needle in common bile duct exploration (puncture) when transcystic route is exhausted.
- When the cystic duct was completely cut, a preformed knot (Endoloop) was used to hold the proximal end of the duct and facilitate manipulation (traction) to perform a new cystic duct incision and cannulation.
- In case of Heister valves/residual stones after milking, the cystic duct should be re-dissected distally and a new cystic duct incision should be performed¹²

Lap Chole is defined as complicated when any of the three main criteria is not met (Hunter, Critical View, and dIOC)^{13,14}.

Analysis of data (intraoperative findings)

For better statistical analysis, postoperative (or post-complex) diagnoses were grouped into:

- Complex surgeries (choledocholithiasis, scleroatrophic syndrome, and Mirizzi syndrome).
- Non-complex surgeries (cholelithiasis, cholecystitis, gallbladder polyp).
- dIOC (normal bile duct; cystic lithiasis; choledocolithiasis).
- The learning curve measures the performance of an individual or group over time (DeCS®). Measurements of the operative times for the Lap Chole and the dIOC, surgical instruments used, the complexity of the intervention and the residents' performance according to their learning stage were used for the resident learning assessment. In turn, the IOC/LC ratio was used to perform a multivariate analysis during the study time in semesters, contributing to the evaluation of the skills and abilities of the learning curve.

The IOC/LC ratio was also fractioned according to quartiles to assess learning in:

- 0-25%, short surgeries < 40 min and IOC < 2 min.
- 25-75%, medium surgeries between 40-60 min and IOC between 2-6 min.
- 75-100%, long surgeries > 60 min and IOC > 6 min.

Statistical methods

Non-parametric tests were used due to the non-Gaussian distribution of the dependent variable and its non-linear IOC/LC ratio. The Kruskal-Wallis test was used to compare independent variables. A multivariate median regression was used to identify the main variables modifying the IOC/LC ratio.

To analyze whether this ratio was different in short, medium and long surgeries, a multivariate quantile regression (25, 50, 75) was carried out. Finally, the "Diff-in-Diff" approach was followed to analyze the impact of learning (Abadie, 2005). This test is widely used in experimental designs that attempt to measure the impact of an intervention. It defines two periods (first and second quarters consecutively), and evaluates the intervention in the presence/absence of a specific variable measured in the first and second semesters. A delta is then obtained from the difference of the IOC/LC ratio of the analyzed variable (presence/absence) in the second and first semesters. If delta equals zero, the intervention has no effect. Under the null hypothesis of $\delta = 0$, a Student's t-test is used to evaluate the significance of the difference. For all tests performed, a significance level of 5% and a testing power of 80% (for the study sample size) were used to detect a 20% effect size (minimum difference to be detected in the comparison of variables) of the IOC/LC ratio¹⁵.

All data and tests were carried out with Stata® Software by StataCorp.

Results

A total of 456 Lap Chole were performed; patients' mean age was 46.9 (± 15.9); 164 were men and 292 women. dIOC was performed in 100% of the patients.

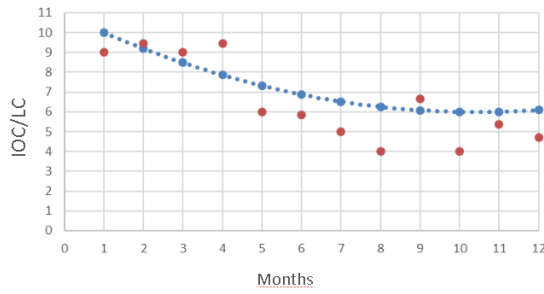
The average duration of Lap Chole was 54 min (± 21.3), with a median of 50 min. The average time of the dIOC was 6.7 ± 11.8 min, and the median was 3 min. In mean values, dIOC was 10% of the complete surgery, and 6.7% of the Lap Chole in 50% of the interventions. In the first semester, the duration of the complete surgery was 57 ± 20 min, and the median was 53 min; the dIOC time was 6.7 ± 8 min, and the median was 4 min; and the IOC/LC ratio was a median of 8.3. In the first semester, the duration of the complete surgery was 50 ± 2 min, and the median was 45 min; the dIOC time was 8 ± 16 min, and the median was 4 min; and the IOC/LC ratio was a median of 6.2.

Figure 1 shows the learning curve over 1 year; the red dots are the values of the IOC/LC ratio, and the light-blue dotted line shows the IOC/LC values with the model adjustment. There was a significant learning that reaches a plateau from the 10th month of the study onwards.

Table 1 shows the median ratio of cholangiography in the Lap Chole according to diagnoses, dIOC techniques, safety parameters and actors.

Significant differences between the IOC/LC medians were found, when the IOC/LC ratio was higher for complex surgeries, when the lumbar puncture set was used for dIOC, and during choledocholithiasis. (Table 1).

FIGURE 1



Learning Curve

TABLE 1

Cholangiography ratio in Lap Chole according to diagnoses, IOC techniques, safety parameters and actors

VARIABLES	n	Median (%)	p
POP diagnosis			
Cholelithiasis	308	7.06	
Cholecystitis	110	6.67	
Cholestasis	4	6.19	
Polyp	2	12.00	
Cholangitis	2	4.62	
CCL + Hernia	12	6.57	
Choledocholithiasis	12	25.34	
Scleroatrophic syndrome	4	1.00	
Mirizzi syndrome I	2	6.25	0.169
Complexity			
Non-complex	438	6.67	
Complex	18	12.18	0.047
IOC technique			
K-31	394	6.67	
K-33 + Abbocath	18	6.67	
PL set	42	10.00	
Foley	2	6.25	0.018
Hunter			
No and 0° camera	76	12.49	
Yes	380	7.14	0.143
Critical view			
No	26	5.40	
Yes	430	6.97	0.120
Assistant			
PGY-2	238	7.59	
PGY-3	82	7.84	
PGY-1	136	6.67	0.004
Cystic lithiasis			
No	402	6.78	
Yes	54	6.45	0.950
Choledocolithiasis			
No and previous	432	17.00	
Yes	24	12.89	0.007
Surgeon			
Staff	66	7.4	
PGY-2	218	6.67	
PGY-3	144	8.75	
PGY-1	32	5.45	0.003
Repeated dissection			
No	382	6.97	
Yes	74	6.67	0.723
Repeated cysticotomy			
No	406	6.78	
Yes	50	6.67	0.274

When including the variables in a multivariate median regression, a significant learning in the different semesters is observed (Semester: $b = -0.0245$, $p < 0.001$); complexity hinders the learning curve (Complexity: $b = 0.1151$, $p < 0.001$), regardless of other variables. Considering the short, medium and long duration IOC/LC ratio according to quartiles 25% (IOC/LC = 4%), 50% (IOC/LC = 6%), and 75% (IOC/LC = 9%) respectively, a positive correlation between what was learned and the operative time is observed.

The impact was ($b = -0.0063$, $p = 0.054$) for short surgeries; for medium, ($b = -0.0245$, $p < 0.001$), and for long surgeries ($b = -0.0386$, $p < 0.001$), regardless of the other variables included in the model. (Table 2).

The evolution of learning in two semesters shows that the greatest impacts were: when surgeries were complex (reduced the IOC/LC ratio from 32% of Lap Chole to 6%); with choledocolithiasis treatment (reduced from 19% to 6%); in the presence of cystic lithiasis (from 10% to 6%); in repeated cystic duct incision (16% to 6%); and when cyst dissection is repeated (13% to 6%) (Table 3).

TABLE 2

Impact of the learning variables on cholangiography, depending on the short, medium, and long IOC/LC ratio.

	VARIABLES	b	p
Quartile 25% Short surgeries	Age	0.0001	0.411
	Sex	0.0062	0.095
	Semester	-0.0063	0.054
	Post-complex	0.0134	0.762
	Choledocolithiasis	-0.0065	0.851
	Hunter	0.0076	0.112
Quartile 50% Medium surgeries	Critical view	0.0027	0.811
		0.0376	0.007
	Age	0.0002	0.046
	Sex	0.0030	0.550
	Semester	-0.0245	< 0.001
	Post-complex	0.1219	0.214
Quartile 75% Long surgeries	Choledocolithiasis	0.0044	0.899
	Hunter	0.0054	0.415
	Critical view	0.0041	0.806
		0.0600	0.001
	Age	0.0004	0.137
	Sex	-0.0016	0.873
Quartile 75% Long surgeries	Semester	-0.0386	< 0.001
	Post-complex	0.1756	0.285
	Choledocolithiasis	0.0139	0.712
	Hunter	0.0130	0.172
	Critical view	-0.0088	0.853
		0.0945	0.067

Discussion

The study design and the setting in which it was conducted make it possible to carry it out in other health centers. We have identified two points for discussion:

-The learning curve for performing dIOC.

-The identification of cystic lithiasis and choledocolithiasis.

Unlike the publication by Bresadola V. –who compared the resident's and the staff surgeon's performances–, our work focused on assessing the learning curve and its impact on the resident's learning process during Lap Chole. Systematic dIOC was the parameter to measure the residents' performance. [16]

The analysis of the results show that:

The dIOC time was reduced from 4 to 2 minutes from one semester to another in 50% of the interventions, for a median surgery duration of 45-55 minutes.

The IOC/LC ratio was reduced from 8.3 of the total procedures in the first semester to 6.2 in the second semester. It was observed that, despite multiple factors that could affect the IOC/LC ratio, learning evolved even when included in the multivariate analysis. The impact of learning improved in more complex surgeries; probably due to the gradual and progressive training of the residents^{17,18}.

The systematic use and consequent training in dIOC allowed the diagnosis and treatment of cystic lithiasis and choledocolithiasis in 100% of the cases, with no evidence of associated morbidity and mortality, consistent with the series reported by the Division of Surgery of Hospital Argerich¹².

We cannot confirm that the absence of surgical bile duct injury in our series is strictly associated to systematic dIOC, but we do agree with the publication of Alvarez F. about the difference in prognosis if the diagnosis of an inadvertent injury occurs in the postoperative period.¹⁹.

Conclusion

Today, laparoscopic cholecistectomy is the most common procedure in the Division of General Surgery; Resident training is very important to perform

this surgery with the highest safety parameters. Systematic intraoperative cholangiography is one of the pillars of safe cholecystectomy and provides training in the management of transcystic route with no change in postoperative morbidity and mortality.

■ TABLE 3

Evolution of learning according to diagnosis, dIOC techniques, safety parameters and actors (Residents and Surgeons).

VARIABLES	Semester 0		Semester 1		Diff in Diff	p
	n	Median (%)	n	Median (%)		
Complexity						
Non-complex	277	8.34	161	6.52		
Complex	8	31.59	10	6.25	-0.222	<0.001
IOC technique						
K-31	239	7.69	155	6.52		
K-33 + Abbocath	8	16.00	10	6.03		
PL set	38	10.55	4	5.00		
Foley			2	6.25	-0.013	0.503
Hunter						
No and 0° optics	46	7.50	30	6.12		
Yes	239	8.57	141	6.52	-0.049	0.081
Critical view						
No	9	4.45	17	5.40		
Yes	276	8.42	154	6.59	0.012	0.796
Assistant						
PGY-2	164	8.90	74	6.12		
PGY-3	82	7.84				
PGY-1	39	6.67	97	6.52	0.020	0.100
Cystic lithiasis						
No	252	8.34	150	6.67		
Yes	33	10.00	21	5.45	-0.086	0.007
Choledocolithiasis						
No and previous	266	8.10	164	6.52		
Yes	19	19.35	7	6.25	-0.232	<0.001
Surgeon						
Staff surgeon	41	8.33	21	6.00		
PGY-2	121	7.14	97	6.52		
PGY-3	123	9.61	21	6.67		
PGY-1			32	5.45	-0.021	0.035
Repeated dissection						
No	250	8.05	132	6.67		
Yes	35	13.51	39	5.45	-0.114	<0.001
Repeated cysticotomy						
No	260	8.10	146	6.67		
Yes	25	16.21	25	5.40	-0.171	<0.001

Referencias bibliográficas /References

1. Healey J, Schroy P. Anatomy of the biliary ducts within the human liver. Arch Surg. 1953; 66:599-616.
2. Mitidieri V. Anatomía de la vía biliar. Cirugía digestiva, F. Galindo, www.sacd.org.ar, 2009; IV-437: 1-11.
3. Farina C. Estudio de las vías biliares intrahepáticas. Rev Argent Cirug. 1978; 34:268-71.
4. Altieri MS. Increasing bile duct injury and decreasing utilization of intraoperative cholangiogram and common bile duct exploration over 14 years: an analysis of outcomes in New York Ste. Surg Endosc. DOI 10.1007/s00464-017-5719-2.
5. Hunter JG. Avoidance of bile duct injury during laparoscopic cholecystectomy. Am J Surg. 1991; 162:71-6.

6. Strasberg SM, Brunt LM. Rationale and Use of the Critical View of Safety in Laparoscopic Cholecystectomy. *J Am Coll Surg*. 2010; 211(1): 132-8.
7. Hunter JG. Training in laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc*. 1994; 8:28-31.
8. Berci G. Laparoscopic cholecystectomy: first, do no harm; second, take care of bile duct stones. *Surg Endosc*. 2013; 27:1051-4. DOI 10.1007/s00464-012-2767-5.
9. Traverso LW. Intraoperative cholangiography lowers the risk of bile duct injury during cholecystectomy. *Surg Endosc*. 2006; 20:1659-61. DOI: 10.1007/s00464-006-0122-4.
10. Pekolj J. La colangiografía transcística durante la colecistectomía laparoscópica. *Rev Argent Cirug*. 1993; 64:5-11.
11. Chiappetta Porras LT. Importancia de las variantes anatómicas de la vía biliar en la era laparoscópica. *Rev Argent Cirug*. 2000; 78:87-95.
12. Canullán CM. Modificaciones de la estrategia quirúrgica ante el hallazgo intraoperatorio de litiasis cística. *Rev Argent Cirug*. 2017; 109(3):129-33. DOI: 10.25132/raac.v109.n3.1260.
13. Suzuki M, Akaishi S, Rikiyama T, Naitoh T, Rahman M, Matsuno S. Laparoscopic cholecystectomy, Calot's triangle, and variations in cystic arterial supply. *Surg Endosc*. 2000; 14:141-4.
14. Hussain A. Difficult laparoscopic cholecystectomy: Current evidence and strategies of management. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*. 2011; 21:211-7.
15. Abadie A. Semiparametric difference-in-differences estimators. *Review of Economic Studies*. 2005;72 (1): 1-19. CiteSeerX 10.1.1.470.1475. doi:10.1111/0034-6527.00321.
16. Bresadola V. Intraoperative cholangiography in laparoscopic cholecystectomy during Residency in general surgery. *Surg Endosc*. 2001; 15:812-5. DOI: 10.1007/s004640090006.
17. Massarweh NN, Devlin A, Broeckel Elrod JA, Rebecca Gaston Symons R, Flum DR. Surgeon Knowledge, Behavior, and Opinions Regarding Intraoperative Cholangiography. *JACS*. 2008; 207(6):821-30. doi:10.1016/j.jamcollsurg.2008.08.011.
18. Guo-Qian Ding, Wang Cai, Ming-Fang Qin. Is intraoperative cholangiography necessary during laparoscopic cholecystectomy for cholelithiasis? *World J Gastroenterol*. 2015; 21(7): 2147-51.
- 19.. Álvarez FA. Impact of routine intraoperative cholangiography during laparoscopic cholecystectomy on bile duct injury. *B J Surg*. 2014; 101(6):677-84. DOI: 10.1002/bjs.9486.