



# UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

## TESIS DOCTORAL

Título
<b>Imagen tridimensional de la patología oncológica del colon y su aplicabilidad como planificación quirúrgica en cirugía endoscópica</b>
Autor/es
<b>Natalia Pérez Serrano</b>
Director/es
José Ramón Blanco Ramos y Francisco Miguel Sánchez Margallo
Facultad
Facultad de Ciencia y Tecnología
Titulación
Departamento
Agricultura y Alimentación
Curso Académico

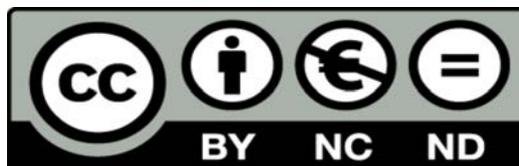


Imagen tridimensional de la patología oncológica del colon y su aplicabilidad como planificación quirúrgica en cirugía endoscópica, tesis doctoral de Natalia Pérez Serrano, dirigida por José Ramón Blanco Ramos y Francisco Miguel Sánchez Margallo (publicada por la Universidad de La Rioja), se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.



**IMAGEN TRIDIMENSIONAL DE LA PATOLOGÍA ONCOLÓGICA  
DEL COLON Y SU APLICABILIDAD COMO PLANIFICACIÓN  
QUIRÚRGICA EN CIRUGÍA ENDOSCÓPICA**

TESIS DOCTORAL 2021  
Natalia Pérez Serrano



**UNIVERSIDAD DE LA RIOJA**

**TESIS DOCTORAL**

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS BIOMÉDICAS Y BIOTECNOLÓGICAS**

IMAGEN TRIDIMENSIONAL DE LA PATOLOGÍA ONCOLÓGICA DEL  
COLON Y SU APLICABILIDAD COMO PLANIFICACIÓN QUIRÚRGICA  
EN CIRUGÍA ENDOSCÓPICA

**Natalia Pérez Serrano**

Logroño, Abril de 2021



**UNIVERSIDAD DE LA RIOJA**

IMAGEN TRIDIMENSIONAL DE LA PATOLOGÍA ONCOLÓGICA DEL  
COLON Y SU APLICABILIDAD COMO PLANIFICACIÓN QUIRÚRGICA  
EN CIRUGÍA ENDOSCÓPICA

Tesis doctoral presentada por

**Natalia Pérez Serrano**

para optar al grado de Doctor por la Universidad de La Rioja

Directores de Tesis

José Ramón Blanco Ramos

Francisco Miguel Sánchez Margallo



## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José Fernando Trebolle, Pepe para mi, por cruzarse en mi camino sin premeditarlo, por ofrecerme su trabajo para continuar con la investigación, por su paciencia, su originalidad y su ayuda incondicional sin pedir nada a cambio; por seguir sumando momentos de ciencia y de amistad aunque este trabajo termine.

Al Dr. José Ramón Blanco, Director de esta Tesis, por su paciencia, su apoyo y sus horas de trabajo constante, incluso cuando las circunstancias no acompañaban.

Al Dr. Francisco Miguel Sánchez Margallo, Director de esta Tesis, por su apoyo a este trabajo.

Al Profesor Jesús Usón Gargallo, por su confianza, entusiasmo y por inculcarme su idea de trabajo constante para escalar en la pirámide de la ciencia.

A Julio, por buscarme, encontrarme, ayudarme, y por entender la amistad como algo eterno.

A mis compañeros del Departamento de Cirugía del Hospital San Pedro, por su apoyo y cariño durante mis años de residencia y por no soltarme de la mano en este nuevo periodo como especialista.

A mis compañeros de la Unidad de Colorrectal, por su ayuda con cada uno de los casos y en especial a Serafín por su apoyo con la tecnología y por prestarme su ayuda incondicional siempre que la he necesitado.

A mis dos pilares fundamentales en la cirugía, Aitana y Silvia, por su entusiasmo, cariño y apoyo que han sido fundamentales para llevar a cabo cada uno de mis propósitos.

A mi familia y amigos, por entenderme y comprenderme en mi necesidad por la investigación, que muchas veces me resta tiempo con ellos. En especial a Laura, en lo personal y también en lo profesional por su trabajo.

A mi madre Marisa, por cuidarme, por escucharme y por estar siempre ahí. A mi padre Fernando por haber sido tan especial, por dejarme un legado eterno de cosas y personas positivas y por seguir guiándome en la vida desde la distancia.

A mi hermano Marcos, por su confianza incondicional.

A la familia de mi marido, por haber sabido entender que mi trabajo no acaba cuando llego a casa y hacerme la vida mucho más fácil.

A mi marido Kiko, por ser mi otra mitad, por hacerme reír y desconectar cuando más lo necesito y por quitarle importancia a lo que realmente no la tiene.

Gracias a todos por haber hecho posible este trabajo.

## ABREVIATURAS

3D: Tres dimensiones.

AJCC: American Joint Committee on Cancer.

ADN: Ácido desoxirribonucleico

ASA: American Society of Anesthesiologists

APC: Adenomatous polyposis coli.

CCR: Cáncer colorrectal.

CEA: Antígeno carcinoembrionario.

DICOM: Digital imaging and communication in medicine.

EGFR: Receptor del factor de crecimiento epidémico.

IMC: Índice de masa corporal.

KRAS: Kirsten rat sarcoma viral oncogene.

RMN: Resonancia magnética nuclear.

ROI: Región de interés.

TAC: Tomografía axial computarizada.

TGFB: Transforming growth factor beta.

TNM: (Tumor, Node, Metastases).

## PALABRAS CLAVE

Colorrectal

Cáncer

Cirugía laparoscópica

3-Dimensiones

Plan quirúrgico

Previsualización

# ÍNDICE

## **09 INTRODUCCIÓN**

## **13 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA**

### **14 CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA**

### **16 CÁNCER COLORRECTAL**

EPIDEMIOLOGÍA

ETIOLOGÍA

CLÍNICA

DIAGNÓSTICO

### **22 ESTADIO TUMORAL**

### **24 PATOLOGÍA COLORRECTAL BENIGNA**

### **25 CIRUGÍA COLORRECTAL**

### **28 PLAN QUIRÚRGICO**

### **30 PREPARACIÓN PREOPERATORIA DEL PACIENTE**

### **31 COMPLICACIONES EN CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA COLORRECTAL**

### **34 ANATOMÍA PATOLÓGICA**

## **35 OBJETIVOS**

## **37 HIPÓTESIS**

## **39 MATERIAL Y MÉTODO**

### **41 PROCEDIMIENTO**

### **43 VARIABLES A ESTUDIO**

### **46 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

## **47 RESULTADOS**

### **48 RECONSTRUCCIONES**

### **49 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

## **61 DISCUSIÓN**

### **62 IMPACTO DEL ESTUDIO PREOPERATORIO MEDIANTE RECONSTRUCCIONES EN 3D**

### **64 LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

### **65 FUTURAS LÍNEAS DE ACTUACIÓN**

## **67 CONCLUSIONES**

## **69 BIBLIOGRAFÍA**

## **77 TRABAJOS DEL DOCTORANDO**

## **81 ANEXO**



# INTRODUCCIÓN



# INTRODUCCIÓN

El cáncer colorrectal (CCR) es una de las enfermedades más importantes en nuestro medio, siendo una causa significativa de morbi-mortalidad por cáncer [1]. En el momento actual, el tratamiento quirúrgico es la única opción terapéutica con intención curativa.

En la base de los conocimientos quirúrgicos se hace imprescindible el entendimiento anatómico. Sin embargo, uno de los órganos que presentan mayor variabilidad anatómica es el colon. Si a esta condición le añadimos las posibles variantes vasculares, y las posibles posiciones y relaciones anatómicas de las neoplasias colorrectales, el abanico de posibilidades se amplía de un modo casi infinito.

En base a esta cuestión nuestro trabajo se desarrolla siguiendo la línea de investigación del Dr. Fernando Trebolle sobre reconstrucción anatómica del colon sin patología [2]. En este caso, y utilizando los modelos de reconstrucción desarrollados por este autor, se ha llevado a cabo su implementación en el colon patológico.

Si todas las intervenciones se abordan de un modo personalizado, esto cobra especial importancia en cirugía colorrectal, donde esa planificación prequirúrgica supone un pilar fundamental que contribuye al éxito de la intervención y a disminuir las posibles complicaciones tanto intraoperatorias como postoperatorias.

La toma de decisiones prequirúrgicas consta de una serie de herramientas fundamentales como son la formación para la adquisición de conocimientos, la simulación para la mejora de las habilidades, la previsualización, y la planificación de los casos de manera individualizada [3], siendo estas últimas en las que va a centrar este trabajo.

La planificación personalizada supone el análisis de las posibles condiciones que presenta el paciente, y que puedan condicionar un aumento del riesgo de complicaciones tanto intraoperatorias como postoperatorias [4]. Una vez identificadas, su posible modificación y conocimiento, de manera previa a la cirugía, supondría una mejora en la condición basal del paciente que va a ser sometido a una cirugía mayor. El resultado previsible sería una disminución de los efectos adversos que de ésta se deriven.

La previsualización es una de las partes fundamentales de la planificación quirúrgica. Entre las diferentes opciones estaría el visionado de videos sobre técnicas quirúrgicas y sus complicaciones, la visualización de pruebas de imagen y de los detalles de cada paciente, el modelado en tres dimensiones (3D), y en los últimos años el empleo de la realidad virtual [3].

En este proyecto de Tesis Doctoral me centraré en la visualización de los casos de manera individualizada mediante reconstrucciones en 3D que servirán como modelo para proporcionar las características y detalles que determinen posibles puntos de conflicto relevantes para la técnica quirúrgica.

En la planificación quirúrgica virtual el cirujano aporta su conocimiento clínico y el plan quirúrgico deseado que, añadido a la realidad virtual, contribuye a diseñar un plan digital que posteriormente se transfiere al quirófano y que incluye modelos y herramientas quirúrgicas

personalizadas en 3D de gran precisión. Esta es la senda por la que se están desarrollando estos procedimientos [5].

Además, la realización de los actuales procedimientos laparoscópicos precisan de la capacitación de los profesionales para la adquisición de las habilidades técnicas indispensables. Estas habilidades van a exigir de curvas de aprendizaje más o menos amplias, dependiendo del tipo de técnica [5]. Para ello, se utilizan simuladores de realidad virtual, endotrainers (dispositivos creados para mejorar las habilidades del cirujano y concernientes a la cirugía laparoscópica avanzada), y la realización de procedimientos quirúrgicos en modelos animales o materiales sintéticos. Todos ellos ayudan a llevar a cabo estas técnicas de manera repetida y previa a su ejecución en los pacientes. Este entrenamiento, obligatorio en la cirugía actual, contribuye a mejorar las habilidades del cirujano y a reducir el número de complicaciones que pueden presentar los pacientes. La reconstrucción de los modelos, y su asociación con la realidad virtual, podría abrir un nuevo camino a la simulación de estos procedimientos en un escenario idéntico al de cada paciente puesto que las imágenes se obtienen de manera individualizada.



# REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA



# REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

## CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA

Podemos definir la cirugía laparoscópica como aquella parte de la cirugía formada por el conjunto de técnicas y maniobras necesarias para realizar una intervención quirúrgica, utilizando pequeñas puertas de entrada realizadas por punción a través de trócares, por donde se introducen los instrumentos quirúrgicos [6]. Gracias a la introducción de gas a distinta presión (generalmente carbónico), se crean cavidades reales a partir de una cavidad virtual, visualizando el campo por medio de una óptica conectada a una cámara de vídeo y un monitor [6].

La primera intervención laparoscópica llevada a cabo fue una colecistectomía realizada por Mühe en septiembre de 1985 [7]. Sin embargo, en aquel momento, la comunidad científica no vio con buenos ojos esta nueva técnica. Debieron pasar casi dos años, hasta marzo de 1987, para que el Dr. Mouret junto con los Dres. Dubois y Perissat, desarrollan la técnica y difundieran sus enseñanzas por Europa. Por este motivo son considerados como los primeros cirujanos de la cirugía videoendoscópica. De un modo casi paralelo tiene lugar el desarrollo de los medios técnicos, del insuflador, primero automático y electrónico después, de la luz fría, y por último de las cámaras de videoendoscopia, Estas mejoras facilitaron y permitieron la generalización de la cirugía mínimamente invasiva de manera exponencial [6].

El procedimiento quirúrgico endoscópico se inicia convirtiendo una cavidad virtual, como es el espacio peritoneal, en una cavidad real. Para ello se utiliza el dióxido de carbono, que se introduce gracias a un insuflador. Una vez establecido el neumoperitoneo se continua posicionando los puertos de entrada, dependiendo del procedimiento a realizar, ajustándose a las preferencias del cirujano o a las necesidades concretas durante el acto quirúrgico. Se ha de tener en cuenta que este abordaje supone una serie de cambios importantes con respecto a la cirugía abierta. Así, se establece un cambio de la visión tridimensional a la bidimensional, lo que produce una disminución de la percepción de profundidad. Del mismo modo, el campo óptico esta restringido y, en ocasiones, disminuye la calidad por circunstancias como el empañamiento de la cámara de visión. Además, el espacio de trabajo es limitado y los instrumentos precisan de un manejo diferente. A esto hay que añadir la pérdida de la sensibilidad táctil. Todas estas



Figura 1: Cámara y monitor



Figura 2: Insuflador

dificultades condicionan tiempos operatorios más prolongados y que sea necesario un periodo de aprendizaje a la hora de llevar a cabo estas técnicas.

En la Figura 1 se muestra el dispositivo de cámara y monitor disponible en nuestro centro (4K, Prim®). En la Figura 2 se aprecia el insuflador de gas. Por último, las Figuras 3 y 4 muestra un ejemplo de su funcionamiento durante un procedimiento laparoscópico habitual.



Figura 3-4: Cirugía laparoscópica con la creación de cavidad gracias al neumoperitoneo. Introducción de cámara y trócares

La revolución de la laparoscopia en cirugía colorrectal supone un claro ejemplo de innovación quirúrgica. Desde la primera colectomía asistida por laparoscopia llevada a cabo en 1991 se ha producido una rápida extensión de la misma, siendo en la actualidad el procedimiento de elección [8]. Numerosos estudios han demostrado las múltiples ventajas de esta técnica. Algunas de ellas son la reducción del dolor postoperatorio, un menor número de días de estancia, las menores complicaciones (intraoperatorias y postoperatorias), e incluso una menor producción en los niveles de algunas citoquinas e interleuquinas pro-inflamatorias [9]. Sin embargo, la laparoscopia colorrectal presenta unas dificultades añadidas que hacen que la curva de aprendizaje sea mayor que en otros procedimientos. Así, dependiendo de la localización del tumor, estas técnicas involucran a varios cuadrantes abdominales, ampliándose de un modo considerable las relaciones anatómicas y las movilizaciones necesarias a llevar a cabo en los mismos. Además, en muchas de las ocasiones, es necesario llevar a cabo anastomosis intestinales muy complejas técnicamente, y que precisan de una gran destreza y experiencia por parte del cirujano [8].

Durante los primeros años de expansión de estos procedimientos se valoró el impacto oncológico de esta técnica, en especial por la posibilidad de metástasis en la localización de los puertos y la posible disminución en el número de ganglios resecaos [8]. En este sentido, han sido numerosos los ensayos multicéntricos aleatorizados que han demostrado la seguridad oncológica de este procedimiento, sin mostrar diferencias con respecto a la cirugía abierta [8, 9, 10, 11, 12].

# CÁNCER COLORRECTAL

## EPIDEMIOLOGÍA

El cáncer sigue siendo una de las principales causas de morbilidad del mundo (según estimaciones, 18.1 millones de nuevos casos a nivel mundial en 2018) [13]. Se estima que a nivel mundial el número de nuevos casos aumentará de forma considerable hasta casi los 30 millones en el año 2040 [13]. Estas cifras reflejan de un modo preocupante el grave problema socio-sanitario al que nos enfrentamos.

En la Figura 5 se presenta la estimación de la aparición de nuevos casos de cáncer en el mundo en 2040.

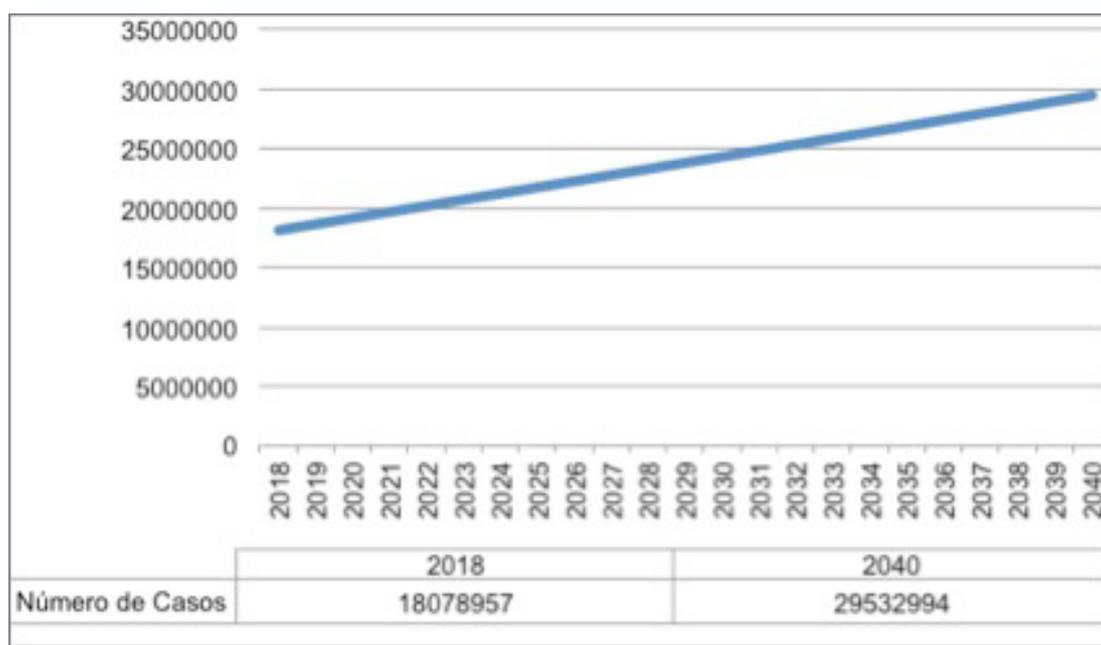


Figura 5: Estimación de casos nuevos en el periodo 2018-2040 [13]

A nivel mundial, los cánceres más frecuentes son los de pulmón, mama, colorrectal, y próstata [13]. En España el cáncer también es una de las principales causas de morbilidad [14]. En 2020, los cánceres más frecuentes en varones fueron los de próstata, colon y recto, pulmón y vejiga urinaria; en el caso de las mujeres lo fueron el de mama, colon y recto [13].

El número absoluto de casos de cáncer en España continúa en aumento debido a múltiples motivos entre los que se podrían destacar el incremento poblacional, el envejecimiento de la población, la exposición a factores de riesgo (tabaco, alcohol, obesidad, contaminación, sedentarismo...) y, en algunos tipos de cáncer como el colorrectal o de mama, el aumento en los diagnósticos precoces [13]. Se estima que en 2020 se diagnosticaran unos 277.394 casos de cáncer (el 57,75% en hombres). De un modo global, el tumor más frecuente es el de colon y recto, con un total de 44.231 nuevos casos (30.068 de colon y 14.163 de recto) [14]. En la Figura 6 se presenta la previsión de nuevos casos según el tipo tumoral en 2020 [13].

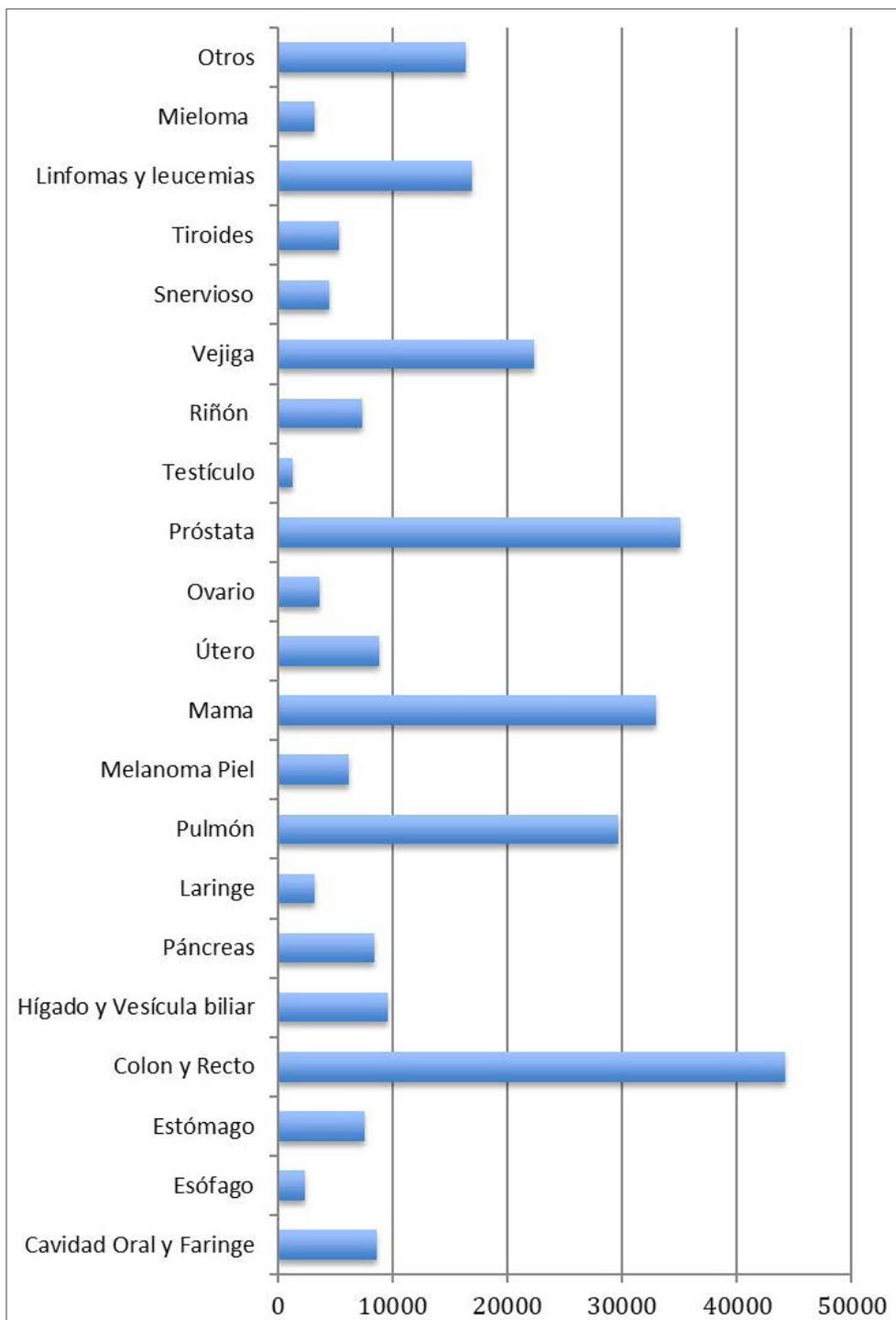


Figura 6: Previsión del número de nuevos casos de cáncer en España en 2020 según tipo tumoral (se han excluido los tumores cutáneos no melanoma) [13]

A pesar de los avances en los métodos de cribado para la detección precoz del cáncer y de las mejoras en los tratamientos, lo que está consiguiendo un descenso acusado de la mortalidad [13], los tumores constituyen la segunda causa de muerte en España (26,4% de los fallecimientos), por detrás de las enfermedades del sistema circulatorio [14].

## ETIOLOGÍA

---

### BIOLOGÍA MOLECULAR:

Desde el punto de vista genético, el CCR puede clasificarse como hereditario y esporádico. El CCR hereditario incluye síndromes causados por mutaciones germinales en genes de alta penetrancia, como el gen supresor tumoral APC (adenomatous polyposis coli), el gen MYH (familia de protooncogenes compuesta por varios miembros: L-myc, N-myc y c-myc, que regulan la actividad de otros genes), la familia de genes MMR (gen de reparación del ácido desoxirribonucleico ADN, alterados en el síndrome de Lynch), SMAD4 (gen supresor de tumores responsable del síndrome de poliposis juvenil).

Sin embargo estos síndromes suponen un bajo porcentaje de todos los casos de CCR. Por el contrario, el CCR esporádico implica la interacción de múltiples factores ambientales (dieta y actividad física entre otros) y genéticos, y la ganancia de mutaciones somáticas y polimorfismos en genes de baja penetrancia. En cualquiera de los dos casos, hereditario o esporádico, la progresión de la enfermedad mediante diferentes vías de carcinogénesis colorrectal se acompaña de la ganancia de alteraciones en genes importantes en el control del ciclo celular, como: oncogenes, genes supresores de tumor y genes “cuidadores o mutadores” de reparación del ADN [15].

En los últimos años la biología molecular del CCR ha permitido su subclasificación en base a la expresión genética [16]. Sin embargo, su utilidad clínica se ve obstaculizada por resultados discrepantes, por lo que se ha establecido un marco general mediante un Consenso Molecular de los diferentes Subtipos de CCR que lo ha clasificado en cuatro grupos [16].

- CMS1: Inestabilidad microsatélite inmune. Supone un 14% de los tumores. Se trata de un subtipo que se caracteriza por una potente activación inmunológica y el grupo de pacientes afectados por este grupo es el que más beneficio obtendría con la inmunoterapia [16].
- CMS2: Epitelial canónico. Supone el 37% de los tumores. Este es el grupo con mayor inestabilidad cromosómica, lo que contribuye a la carcinogénesis clásica del CCR debido a la activación de las rutas WNT. Las proteínas WNT forman parte de una numerosa familia de glucoproteínas de secreción que se unen a receptores y a proteínas relacionadas con los receptores de lipoproteínas de baja densidad, proceso que logra estabilizar la B-catenina e iniciar una compleja cascada de señalización relacionada con diferentes mecanismos de regulación génica [17]), como el gen MYC (gen reparador – excisor de base [18]) y el gen EGFR (Receptor de la tirosinquinasa), ambos con un papel fundamental en el desarrollo tumoral en el que existen diferentes mutaciones relacionadas con un peor pronóstico tumoral [19].
- CMS3: Epitelial metabólico. Supone el 13% de los tumores. Se caracteriza por tener desregulación de las vías metabólicas asociadas a mutaciones del gen KRAS. Se trata de uno de los oncogenes más frecuentemente implicados en las neoplasias humanas, que pertenece a la familia de los oncogenes RAS y se localiza en el cromosoma 12 [20].
- CMS4: Mesenquimal. Supone el 23% de los tumores. Presenta un pronóstico muy desfavorable con el tratamiento estándar de CCR debido a la activación de las vías del factor de crecimiento transformante beta (TGFB), angiogénesis e invasión estromal [16].

- Un 13% presentarían rasgos heterogéneos de varios grupos y, como tal, no podría clasificarse en un único grupo de los antes señalados. Esta clasificación se ha convertido en el sistema con interpretación biológica que supondrá la base para la estratificación clínica y la selección de las diferentes intervenciones oncológicas en el CCR [16].

## **FACTORES DE RIESGO:**

Existen múltiples estudios sobre los posibles factores de riesgo que se relacionan con el CCR. Algunos de éstos serían la enfermedad inflamatoria intestinal, el tabaquismo, la dieta, la obesidad y el síndrome metabólico [21, 22].

Se estima que un porcentaje importante de los casos de CCR (15%) se deben a factores modificables siendo este porcentaje mayor en el caso de los hombres [23]. Así, la obesidad, que supone la mayor epidemia no infecciosa del mundo [24], incrementa el riesgo de múltiples enfermedades, entre ellas el CCR [25]. Sin embargo, esta asociación parece tener una mayor relación con la pérdida de masa muscular más que con el índice de masa corporal (IMC), de forma que la sarcopenia se encuentra en un porcentaje elevado de los pacientes [26], lo que se ha relacionado con un peor pronóstico y un aumento de la mortalidad [27].

Así mismo, en los últimos años se está investigando el papel que cumple la microbiota de cada individuo en múltiples aspectos de la medicina [28]. Cada individuo presenta una microbiota única que juega múltiples funciones en el huésped. De ésta depende el metabolismo nutricional, el mantenimiento del epitelio, la inmunomodulación y la protección frente a diversos patógenos [28]. La microbiota está formada por múltiples bacterias que se forman desde el inicio de la vida y que se modifican según el desarrollo de las primeras etapas de la misma y con algunos factores externos como la utilización de antibióticos [28]. En lo que al CCR se refiere, esta microbiota es rica en *Bacteroides fragilis*, *Enterococcus* spp., *Escherichia coli*, *Shigella* spp., *Klebsiella* spp., *Streptococcus* spp., y *Peptostreptococcus* spp. y pobre en *Roseburia* spp. y otras bacterias productoras de butirato de la familia de las *Lachnospiraceae* [24]. Por el contrario, la microbiota de las personas sanas está enriquecida de *B. vulgatus* y *B. uniformis* [28].

También existen evidencias que demuestran que la dieta influye en el desarrollo del CCR [21]. Los factores relacionados con la dieta afectan a la homeostasis intestinal y al desarrollo del CCR de un modo directo a partir de la acción de los componentes de los alimentos sobre las células intestinales, o indirecto, a través de la transformación de la microbiota de los individuos [28]. Estos mecanismos parecen especialmente importantes en el incremento del CCR en los países industrializados y en desarrollo [29]. El mecanismo a partir del cual se producen estos cambios neoplásicos está todavía por esclarecer pero es posible que la microbiota juegue un papel esencial.

A pesar de todos éstos posibles factores etiológicos, todavía son necesarias nuevas investigaciones que aclaren en mayor medida esta relación, de manera que nos permitan establecer grupos de riesgo en los que se pueda realizar una detección precoz o incluso una modificación de los factores causantes [21].

## CLÍNICA

---

Los pacientes con CCR pueden, o no, presentar sintomatología [21]. Entre los síntomas más frecuentes se encuentran el sangrado digestivo bajo (melenas o hematoquecia), el dolor abdominal, las náuseas y vómitos, y las alteraciones del tránsito intestinal.

La instauración de programas de cribado en personas mayores de 50 años o con factores de riesgo ha contribuido a que aumente el porcentaje de casos que se diagnostican en el periodo asintomático [21].

Por lo general nos encontramos con tres escenarios [21, 22, 30]:

- Pacientes asintomáticos, en los que el tumor se detecta mediante las técnicas de cribado (sangre oculta en heces, colonoscopia).
- Pacientes oligosintomáticos y/o con síntomas poco específicos como pueden ser las molestias abdominales o las alteraciones del tránsito intestinal.
- Pacientes con complicaciones, que pueden ser el modo de debut, como son la distensión abdominal y/o la presencia de náuseas, vómitos o dolor abdominal brusco. Las complicaciones más frecuentes que presentan estas personas son la obstrucción intestinal o la perforación intestinal, lo que en ocasiones hace preciso llevar a cabo una cirugía urgente. En los casos más avanzados pueden presentar sintomatología relacionada con la diseminación metastásica (hasta en el 15-20% de los casos).

## DIAGNÓSTICO

---

El diagnóstico del CCR se establece mediante el estudio histológico de las muestras logradas mediante una colonoscopia completa que descarte la existencia de lesiones sincrónicas que puedan modificar la técnica quirúrgica. La presencia de anomalías o lesiones estenosantes que impidan la progresión del endoscopio y la valoración de todo el colon hace precisa la realización de un colonoTAC o la realización de una colonoscopia intraoperatoria.

Para el estadiaje de los pacientes será necesario, además, la realización de una tomografía axial computarizada (TAC) abdominal con contraste intravenoso en el caso de los pacientes con cáncer de colon, y de una TAC toracoabdominal en el caso de las lesiones rectales (por el riesgo aumentado de metástasis pulmonares). La TAC permitirá establecer la presencia de metástasis a distancia, localizar el tumor y establecer las posibles relaciones del mismo con los órganos adyacentes [21].

En el caso de las lesiones rectales es imprescindible el diagnóstico mediante resonancia magnética pélvica. La resonancia permite describir la localización y morfología tumoral. En el caso del cáncer de recto es fundamental establecer la altura tumoral puesto que determinará, en gran medida, la técnica quirúrgica a realizar. Por lo general, y teniendo como referencia la distancia al margen anal, se establece una división en tres partes: inferior (0-5 cm), medio (6-10 cm), y superior (11-15 cm).

Además, contribuye al estadio al proporcionar información sobre el tamaño y la afectación de ganglios, detectando la presencia de infiltración de estructuras adyacentes, como la fascia mesorrectal o complejo esfinteriano, y detectando posibles adenopatías patológicas. Estos hallazgos ayudarán a plantear el tratamiento neoadyuvante más adecuado y el tipo de técnica quirúrgica a realizar [31].

Por último, se recomienda el análisis de los valores del antígeno carcinoembrionario (CEA), no sólo como indicador de posible enfermedad avanzada, sino como indicador posterior de recidiva [21].

## ESTADÍO TUMORAL

La estadificación en el CCR se realiza mediante el sistema TNM (tumor, adenopatías, metástasis). La T indica la penetración o extensión en las estructuras adyacentes; la N el número de ganglios regionales positivos y la M la presencia de metástasis a distancia. En las Tabla 1,2 y 3 se presenta la 8º Edición de la AJCC para la clasificación del CCR [32].

<b>T1: Afecta a la submucosa.</b>
<b>T2: Alcanza la muscular propia.</b>
<b>T3: Atraviesa la muscular propia.</b>
<b>T4a: Penetra el peritoneo visceral.</b>
<b>T4b: Afecta a otros órganos o estructuras.</b>

<b>N1a: 1 ganglio positivo.</b>
<b>N1b: 2-3 ganglios positivos.</b>
<b>N1c: Micrometástasis. Nódulos tumorales satélites.</b>
<b>N2a: 4-6 ganglios positivos.</b>
<b>N2b: 7 o más ganglios positivos.</b>

<b>M1a: Metástasis limitadas a un lugar u órgano.</b>
<b>M1b: Metástasis en varios lugares u órganos.</b>
<b>M1c: Carcinomatosis peritoneal.</b>

Tabla 1,2 y 3: Clasificación TMN del CCR

Con respecto a esta clasificación, cabe destacar algunos detalles incluidos en la 8º edición [32]. La diferenciación entre T4a/T4b en áreas sin cobertura peritoneal (cara posterior de colon ascendente y descendente y recto inferior) no puede establecerse. Otro aspecto relevante es la definición de micrometástasis, grupos de 20 o más células o metástasis de entre 0,2 mm y 2,0 mm. Los nódulos linfáticos con micrometástasis son considerados N1. Si éstos no se asocian con estructuras linfovascuales o nerviosas, se consideran N1c, empeorando el pronóstico de la enfermedad [33].

El estadiaje TMN también puede clasificarse por grupos pronósticos [32]. En la Tabla 4 se muestra la clasificación por grupos pronósticos.

Clasificación	T	N	M	Dukes	MAC
<b>0</b>	Tis	N0	M0	-	-
<b>I</b>	T1	N0	M0	A	A
	T2	N0	M0	A	B1
<b>IIA</b>	T3	N0	M0	B	B2
<b>IIB</b>	T4a	N0	M0	B	B2
<b>IIC</b>	T4b	N0	M0	B	B3
<b>IIIA</b>	T1-T2	N1/N1c	M0	C	C1
	T1	N2a	M0	C	C1
<b>IIIB</b>	T3-T4a	N1/N1c	M0	C	C2
	T2-T3	N2a	M0	C	C1/C2
	T1-T2	N2b	M0	C	C1
<b>IIIC</b>	T4a	N2a	M0	C	C2
	T3-T4a	N2b	M0	C	C2
	T4b	N1-N2	M0	C	C3
<b>IVA</b>	Tx	Nx	M1a	-	-
<b>IVB</b>	Tx	Nx	M1b	-	-

Tabla 4: Estadios anatómicos y grupos pronósticos

La importancia de esta clasificación radica en el pronóstico de los pacientes según presenten un estadio u otro. De esta forma, la tasa de recidiva local es del 0% en los pacientes en el estadio I, del 2% en el estadio II, y del 7-10% en el estadio III [21]. Del mismo modo, la supervivencia a 5 años disminuye a la par que aumenta el estadio tumoral, siendo del 90% en el estadio I y de entre el 30-60% en el III [21]. A pesar de que el pronóstico de los pacientes en estadio IV sigue siendo desfavorable, ha mejorado en los últimos años gracias a la cirugía hepática y las mejoras en los tratamientos oncológicos [21].

## PATOLOGÍA COLORRECTAL BENIGNA

Además de los procesos oncológicos, puede ser preciso llevar a cabo una intervención quirúrgica derivada de algunas patologías benignas. En nuestro medio, las causas de resección colorrectal benigna son fundamentalmente la enfermedad diverticular y los pólipos.

- La enfermedad diverticular abarca diferentes situaciones clínicas, desde la simple presencia de divertículos cólicos hasta la complicación de los mismos con abscesos pericólicos, perforaciones y estenosis [21], lo que puede obligar a la realización de una cirugía de urgencia. La recomendación de cirugía electiva en estos casos debe hacerse de manera individualizada, teniendo en cuenta el número de episodios, la gravedad de los mismos, el intervalo entre cada brote y el riesgo quirúrgico de los pacientes. En general, en la mayoría de las ocasiones las indicaciones de cirugía programada se establecen en pacientes con segmentos afectados concretos con numerosos episodios sintomáticos o estenosis que provoquen dificultades para el tránsito intestinal [21].
- Pólipos: Son lesiones sobreelevadas de la superficie de mucosa intestinal variables en cuanto a número, tamaño, forma y tipo histológico. Los más frecuentes son los adenomas [21], cuyo potencial maligno depende de su morfología, tamaño y grado de diferenciación histológica. Los pólipos pueden ser sesiles, pediculados, planos o deprimidos. El grado de displasia varía entre bajo grado y alto grado o severa. La displasia grave incluye el carcinoma in situ y el adenocarcinoma intramucoso. Desde el punto de vista morfológico, la clasificación de París [34] se ha consolidado como la nomenclatura estándar para la descripción y tipificación de las neoplasias superficiales. Macroscópicamente se dividen en tres grupos: protruidas (0-I), planas (0-IIa: planas elevadas, 0-IIb: totalmente planas, y 0-IIc: planas deprimidas) y excavadas (0-III). Conforme aumenta el grado en la clasificación empeora el pronóstico [34]. Los rasgos que incluyen mayor potencial maligno son el tamaño >1 cm, la morfología deprimida, la presencia de estructuras vellosas y la presencia de displasia severa sobre todo en pacientes de edad avanzada, varones y lesiones próximas al ano [35]. La prevalencia de pólipos avanzados en pacientes asintomáticos supera el 8% en pacientes mayores de 65 años, siendo más frecuentes en el sigma y existiendo pólipos sincrónicos en el 40% de los casos [35]. Las resecciones endoscópicas incompletas, o márgenes no evaluables son candidatos a cirugía. En los últimos años se están llevando a cabo procedimientos endoscópicos asociados a laparoscopia que permiten realizar resecciones parciales asistidas, disminuyendo la morbimortalidad de estos procedimientos [36, 37].

## CIRUGÍA COLORRECTAL

La cirugía supone el único tratamiento con intención curativa en el CCR. La técnica quirúrgica de elección consiste en la colectomía con resección del drenaje linfático regional mediante acceso laparoscópico o laparotómico. La extensión de la colectomía dependerá de la localización del tumor, su extensión y la vascularización que corresponda con el drenaje linfático del segmento afectado. La resección debe ser completa para considerarse curativa incluyendo la existencia de ganglios patológicos [21].

De manera esquemática, esta resección puede llevarse a cabo mediante laparotomía o cirugía abierta, abordaje robótico o cirugía laparoscópica, siendo ésta última en la que se centra nuestro trabajo.

La cirugía mínimamente invasiva reduce el trauma quirúrgico. Disminuye el tamaño de las incisiones, evita la tracción de los tejidos y minimiza la pérdida sanguínea. De esta forma se produce una menor activación del sistema inmune como respuesta a la cirugía [38].

El estudio multicéntrico europeo COLOR (Colon Cáncer Laparoscopic or Open Resection) [38] publicado en 2005 comparaba los resultados de la cirugía abierta y la cirugía laparoscópica del colon. Este estudio surgió de la necesidad de aclarar las diferencias entre ambos abordajes, ya que la comunidad científica no aceptaba de manera generalizada los procedimientos mínimamente invasivos para el abordaje del CCR. Los resultados de este estudio determinaron que el abordaje laparoscópico suponía una menor pérdida sanguínea, una menor incidencia de íleo postoperatorio, una menor necesidad de analgésicos, y una menor estancia hospitalaria a costa de un mayor tiempo quirúrgico. En este trabajo no se encontraron diferencias significativas en cuanto a los resultados oncológicos y la morbimortalidad [38]. Años después se publicó el estudio COLOR II [9] en el que se analizaban las diferencias entre ambos abordajes en el tratamiento del cáncer de recto, siendo las conclusiones similares a las obtenidas en el estudio COLOR [9]. Por estos motivos la cirugía laparoscópica es la técnica de elección en estas cirugías si bien la cirugía robótica, en auge en los últimos años, es un arduo competidor de la misma. El abordaje mediante robot supone mejores resultados en cuanto a la pérdida hemática, el íleo postoperatorio y la estancia hospitalaria a costa de un aumento de los tiempos quirúrgicos y de los costes económicos [39, 40, 41].

Con independencia de la vía de abordaje quirúrgico que se lleve a cabo, la extensión de la resección quirúrgica dependerá de la localización de la lesión y de su drenaje linfovascular [21]. A continuación describimos las diferentes técnicas quirúrgicas que pueden llevarse a cabo [42, 43].

### COLON

- **HEMICOLECTOMÍA DERECHA SIMPLE O AMPLIADA:** Para lesiones en ciego, colon ascendente y colon transverso. Incluye la ligadura de los vasos ileocólicos y cólicos derechos. Si la lesión se encuentra en el ángulo hepático o colon transverso proximal será necesaria la ligadura del pedículo central de los vasos cólicos medios.

- **HEMICOLECTOMÍA IZQUIERDA:** Esta técnica puede llevarse a cabo en lesiones localizadas en colon transversal distal, lesiones localizadas en el propio ángulo esplénico o colon descendente. La hemicolectomía izquierda se lleva a cabo en las lesiones del colon descendente y supone la resección del colon transversal distal, descenso del ángulo esplénico, resección del colon descendente y sigma. Una mención especial es necesaria en los tumores situados a nivel del ángulo esplénico. La flexura esplénica presenta unas características embriológicas y anatómicas que la diferencian del resto del colon. Su vascularización es variable, aunque parece depender de la arteria cólica izquierda y la rama izquierda de la arteria cólica media. Esta variabilidad también se refleja en su drenaje linfático, además de seguir sus recorridos vasculares; se han descrito nódulos linfáticos de drenaje relacionados con el hilio esplénico y la cola del páncreas. En esta localización pueden llevarse a cabo tres técnicas: hemicolectomía derecha ampliada, hemicolectomía izquierda segmentaria y hemicolectomía izquierda. La hemicolectomía izquierda segmentaria debe entenderse como una técnica oncológica que reseca el segmento colónico afectado y su pedículo linfovascular. La ventaja de esta técnica consiste en la preservación del colon derecho y la unión recto sigmoidea, reduciendo las posibles lesiones iatrogénicas ureterales o del plexo paraaórtico y las consecuencias en el hábito deposicional y genitourinario que suponen resecciones más extendidas, manteniendo resultados oncológicos similares si se realiza la ligadura próxima al origen de la rama izquierda de la arteria cólica media y las arterias cólicas izquierdas [44]. En estos casos puede realizarse una colectomía subtotal si las circunstancias lo aconsejan, como puede ocurrir en casos de lesiones obstructivas con dilatación colónica retrógrada.
- **COLECTOMÍA SEGMENTARIA:** Puede realizarse en casos muy seleccionados por pacientes con elevado riesgo quirúrgico o que presenten lesiones de carácter benigno en colon transversal, teniendo en cuenta que supone un peor resultado oncológico, a costa de una disminución de la morbimortalidad.
- **SIGMOIDECTOMÍA:** En tumores localizados en el colon sigmoide se realizará la resección del sigma. En esta técnica es clave la anatomía de dicho segmento del colon, principalmente su longitud, morfología y posibles adherencias a otras estructuras. La distribución de los vasos sanguíneos a este nivel es variable y la ligadura alta de la arteria mesentérica inferior es controvertida [45].
- **COLECTOMÍA SUBTOTAL/TOTAL:** Supone la resección de la mayor parte del colon (subtotal) o todo el colon hasta el inicio del recto (total).

## RECTO

El tratamiento curativo del cáncer de recto sigue siendo la cirugía, a pesar que en esta patología la quimioterapia y la radioterapia adquieren un papel primordial. El estadiaje mediante colonoscopia, TAC toracoabdominal y RMN pélvica proporcionarán un estadio clínico que determinará la indicación de tratamiento neoadyuvante con quimioterapia y radioterapia si se detectan adenopatías patológicas (N+) o si se trata de lesiones que traspasan la muscular propia (T2).

La indicación de este tratamiento, por lo general, se realiza en reuniones multidisciplinares en las que participan especialistas de todas las unidades implicadas. Con independencia de si el paciente es sometido o no a terapias neoadyuvantes, el tipo de técnica quirúrgica a realizar

dependerá de la localización (principalmente la altura), extensión tumoral, riesgo quirúrgico del paciente, continencia fecal y la propia elección del paciente.

Las técnicas más comúnmente realizadas y que formarán parte de nuestro estudio serán la resección anterior de recto (asociada o no a estoma derivativo) y la amputación abdominoperitoneal [46, 47].

- **RESECCIÓN ANTERIOR DE RECTO:** Se trata de una resección transabdominal que puede realizarse por vía laparotómica o laparoscópica. En esta técnica se lleva a cabo la resección de todo o parte del sigma y recto, y una resección total o parcial del mesorrecto. Con la exéresis total del mesorrecto, se obtiene una pieza operatoria con márgenes libres de tumor, preservando la integridad de la fascia propia del mesorrecto. En ocasiones, los tumores se encuentran en recto inferior, cercanos a la unión anorrectal, lo que dificulta mantener el margen mínimo de 1 cm que se considera adecuado en la actualidad. En estos casos se puede realizar una resección anterior ultrabaja con anastomosis coloanal o interesfinteriana, a pesar de lo cual en ocasiones no se consigue el margen suficiente libre de tumor y se precisa una amputación abdominoperineal. Desde un punto de vista técnico, la sección de la arteria mesentérica inferior preservando la cólica izquierda, la movilización del ángulo esplénico y la sección de la vena mesentérica inferior pueden ser gestos necesarios para conseguir una anastomosis sin tensión [21]. En ocasiones, las anastomosis realizadas a este nivel suponen un alto riesgo de fístula anastomótica y son asociadas a estomas derivativos, bien sea una ileostomía o una colostomía de protección.
- **AMPUTACIÓN ABDOMINOPERINEAL:** En este procedimiento se realiza la disección rectal abdominal mediante abordaje laparotómico o laparoscópico, se crea la colostomía terminal y se completa la resección perineal. La disección rectal se extiende hasta el borde superior del cóccix en la cara posterior, lateralmente debajo de los nervios autonómicos, y por debajo de las vesículas seminales en el hombre o del cuello del útero en la mujer en la cara anterior [14]. La resección perineal puede realizarse en decúbito supino o en prono (operación de Miles). La reconstrucción perineal puede ser por cierre directo o mediante la aposición de colgajos o prótesis biológicas.
- **ESCISIÓN MESORRECTAL TOTAL TRANSANAL:** La escisión mesorrectal total transanal se ha propuesto como técnica alternativa a la cirugía laparoscópica convencional. Se trata de una técnica combinada por vía abdominal y transanal. Está especialmente indicada en tumores de recto medio-bajo en el que la cirugía laparoscópica convencional presenta importantes dificultades. Precisa de dos equipos quirúrgicos de cara a realizar la disección abdominal, similar a la cirugía laparoscópica convencional, y transanal de manera simultánea. En la parte transanal se lleva a cabo una rectotomía circunferencial completa hasta seccionar la capa muscular del recto. Se realiza una bolsa de tabaco manual sobre el muñón rectal y una anastomosis colorrectal termino-terminal baja o coloanal mecánica o manual [48].
- **RESECCIÓN LOCAL:** Esta técnica consiste en la resección de la pared completa del recto por vía anal con un margen de seguridad de 1 cm alrededor del tumor [21]. Esta cirugía debe considerarse únicamente en lesiones benignas o tumores que alcancen como máximo la submucosa.

Otro tipo de resecciones son posibles técnicamente, pero no aceptables, en procesos oncológicos por lo que sólo pueden ser utilizadas en procesos benignos o paliativos.

## PLAN QUIRÚRGICO

En cirugía la evaluación apropiada de los pacientes y la planificación quirúrgica permiten a los profesionales practicar y refinar los procedimientos, mejorar la eficiencia en el quirófano, disminuir los tiempos quirúrgicos y reducir la incidencia de complicaciones iatrogénicas [5].

La tecnología 3D ha supuesto un importante avance para el estudio radiológico y anatómico. El procesado de imágenes Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM) de RMN o de TAC con softwares informáticos como 3D Slicer® MedINRIA® u OsiriX® consigue reconstrucciones tridimensionales que aportan datos anatómicos difíciles de obtener con las imágenes clásicas. Estos modelos en 3D pueden ser usados para construir objetos en 3D que pueden ser visualizados y manipulados a través de la pantalla.

Fueron Soler et al [49] quienes publicaron los primeros modelos de reconstrucción que permitían la construcción de modelos hepáticos que permitían una subsegmentación según el modelo de Couinaud incluyendo la reconstrucción venosa .

En la actualidad, estas reconstrucciones están ampliamente generalizadas en órganos sólidos, a partir de la TAC convencional, lo que permite no sólo una idea precisa de la lesión y su localización, sino también de las relaciones anatómicas de la misma.

También existe amplia bibliografía sobre modelos vasculares de diversas regiones [50, 51] que permiten valorar posibles variantes de la vascularización y establecer un planteamiento prequirúrgico que evite potenciales lesiones vasculares durante la cirugía.

Sin embargo, existen regiones anatómicas y órganos que por su elevada variabilidad y complejas relaciones con otras estructuras suponen mayores dificultades como son los órganos huecos y regiones como la pelvis.

En los últimos años, se han publicado herramientas [52] que permiten reconstrucciones en 3D de la región pélvica o incluso de patologías estructuralmente complejas como las fístulas perianales, basándose principalmente en las imágenes de la RMN [52, 53, 54, 55].

Por sus características, el colon es uno de los órganos en los que la realización de estos modelos supone una complejidad añadida y es en esta cuestión en la que se basa nuestro trabajo.

En el planteamiento prequirúrgico de las lesiones colorrectales existen cuatro cuestiones fundamentales [56]: la variabilidad anatómica estructural del colon, la localización exacta de las lesiones, sus relaciones anatómicas y la variabilidad en las estructuras vasculares del colon y recto.

En cuanto a la enorme variabilidad anatómica del colon, el estudio del mismo ha permitido determinar la distribución normal de las medidas de los diferentes segmentos, y ver de qué manera influyen factores como la edad, el sexo y el volumen corporal en aquellas. Khashab et al. [57] describen una mayor longitud en los segmentos intraperitoneales del colon en las mujeres y en pacientes con un IMC <25. Existen modelos anatómicos a partir de imágenes reconstruidas de TAC, tomando como puntos de referencia la unión íleocecal, los ángulos hepático y esplénico del colon, y la unión del colon descendente y el sigma [58]. Además, el análisis en 3D de la anatomía vascular del colon permite valorar desde cualquier ángulo la relación que tienen entre sí, y con los órganos adyacentes, los vasos arteriales y venosos, siendo la relación con la vena mesentérica superior la más estudiada [59].

La extensa longitud del colon provoca diferencias sustanciales en dependencia de la localización de la lesión a estudio, principalmente en lo que respecta a las relaciones anatómicas con otros órganos, las relaciones vasculares y por lo tanto la cirugía a realizar. Con respecto a esta cuestión, hay múltiples estudios que tratan de disminuir la variabilidad en la localización de una misma lesión en las diferentes pruebas diagnósticas. Una de ellas es la colonoscopia virtual que se realiza a partir de la TAC y permite obtener reconstrucciones en tres dimensiones de las imágenes obtenidas, pudiendo convertirse en una alternativa al estudio endoscópico habitual [60].

A partir de los estudios comentados, y tomando como base de implantación del estudio, el trabajo realizado por el Dr. Fernando Treballe sobre reconstrucción anatómica del colon sin patología (Aplicación de la imagen tridimensional a la cirugía laparoscópica del colon: análisis morfométrico a partir de reconstrucciones de TAC, estudio en cadáver y en vivo, 2016) [2], se ha planteado un trabajo que permita disponer de modelos anatómicos en 3D de colon y recto con patología y analizar su aplicabilidad en la práctica quirúrgica.

Disponer, previo a la cirugía, de una reconstrucción del colon en el que se ha señalado el tumor a resear, permite obtener datos morfométricos que, junto a otros factores del paciente, ayudarían a predecir la dificultad para llevar a cabo con éxito la intervención por vía laparoscópica, pudiendo modificar el planteamiento prequirúrgico, y valorando las posibles complicaciones al estudiar la imagen individualizada de cada caso.

El conocimiento de la anatomía del colon de cada paciente es básico para que la cirugía se desarrolle con éxito, lo que implica un estudio minucioso de la morfología del marco cólico y de sus relaciones con los órganos adyacentes. Desarrollar una anatomía en 3D individualizada permite visualizar con mayor precisión la localización exacta de los distintos segmentos del colon, su extensión y sus relaciones vasculares.

En definitiva, se trata de disponer de un modelo en tres dimensiones del colon del paciente, la longitud de sus segmentos, la disposición de los ángulos, incluida la lesión subsidiaria de tratamiento quirúrgico y sus relaciones con los tejidos adyacentes. Estos datos permitirán establecer un plan quirúrgico determinado, que incluirá la disposición de los trocares, el segmento a resear y las posibles dificultades que nos podemos encontrar durante la cirugía.

Estas imágenes serán incluidas en la plataforma Unitomía ([www.unitomia.org](http://www.unitomia.org)) para que puedan ser consultadas con fines docentes. En la Figura 7 se muestra la portada de la plataforma Unitomía.



Figura 7: Portada plataforma Unitomía

## PREPARACIÓN PREOPERATORIA DEL PACIENTE

La cirugía del CCR presenta complicaciones en el 50% de las ocasiones, lo que supone una disminución en la calidad de vida de los pacientes y un aumento importante de la morbimortalidad y de los costes económicos [61]. Incluso cuando estas complicaciones no están presentes, los pacientes sufren un deterioro de su capacidad funcional por la propia agresión quirúrgica [61].

El número y la gravedad de estas complicaciones esta directamente relacionado con el estado preoperatorio de los pacientes mediante la presencia, o no, de una serie de factores de riesgo muy prevalentes y que en ocasiones pueden modificarse antes de la cirugía. Además, muchos de estos pacientes serán subsidiarios de tratamientos adyuvantes que precisan un estado funcional adecuado, que evite retrasos o cancelaciones de los mismos.

Algunos de éstos factores de riesgo incluyen la presencia de anemia, diabetes mellitus, obesidad, tabaquismo, vasculopatía, inmunodepresión y desnutrición, entre otras [21, 23, 27, 62, 63].

Una prehabilitación de los pacientes, modificando sus factores de riesgo mejorará el estatus del paciente que va a ser sometido a cirugía, lo que supondrá una mejora de los resultados y de las complicaciones de la cirugía, y una mayor adherencia al tratamiento posterior de los pacientes [61].

# COMPLICACIONES EN CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA COLORRECTAL

En estos procedimientos deberemos tener en cuenta las complicaciones derivadas de la técnica laparoscópica, y las propias de cada uno de los procedimientos quirúrgicos que se lleven a cabo.

## COMPLICACIONES DE LA CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA

Las complicaciones específicas de la cirugía laparoscópica son escasas pero pueden suponer una importante morbimortalidad y la necesidad de convertir la cirugía a un abordaje laparotómico.

Se han descrito complicaciones relacionadas con los diferentes momentos del procedimiento como son el momento del acceso, el de la realización del neumoperitoneo, y durante la disección y la hemostasia [64].

Durante el emplazamiento de los puertos de entrada, la principal causa de daños graves es la lesión vascular o la de una víscera intraabdominal.

Las lesiones vasculares pueden ser lesiones de vasos de la pared abdominal o lesiones de grandes vasos [64]. Las lesiones de vasos mayores son una entidad rara pero con una elevada mortalidad [65] pudiendo dar lugar a un choque hemorrágico o embolismo gaseoso. Su incidencia se cifra en el 0,05% [64] pero su tasa de mortalidad alcanza el 8-17% [65].

El daño visceral con la inserción de los trócares es otra de las complicaciones más temidas. La lesión gastrointestinal sucede con mayor frecuencia en los pacientes previamente operados que presenten adherencias viscerales y en la pared abdominal [64]. En muchas ocasiones pueden pasar desapercibidas, detectándose como peritonitis y choque séptico posterior, lo que aumenta la mortalidad que de éstas se derivan.

La punción vesical es una complicación rara pero que cuando se produce suele ser en el momento del acceso a la cavidad abdominal. Por esta razón se recomienda el sondaje vesical en aquellos procedimientos en los que se prevea la colocación de puertos infraumbilicales.

Para tratar de evitar estas complicaciones derivadas de la colocación de los puertos de entrada no se ha demostrado que la técnica de Veress sea superior que la entrada mediante trocar directo [66, 67].

Otra de las complicaciones descritas en los propios puertos de entrada es la producción de hernias, bien de manera precoz o tras años de evolución. La infección del puerto de entrada presenta tasas inferiores que la infección del sitio quirúrgico en cirugía abierta. No obstante, es más frecuente la infección y aparición de hernias del puerto umbilical por mayor manipulación y en ocasiones extracción de piezas a través del mismo [64].

Del mismo modo, la insuflación del neumoperitoneo puede producir la introducción de gas en el lugar inadecuado como la pared abdominal, mesenterio o epiplón, lo que normalmente

no se acompaña de una repercusión clínica importante. Sin embargo, la insuflación de gas directamente en un vaso sanguíneo de gran calibre puede producir una embolia gaseosa, lo que presenta una elevada mortalidad, siendo la incidencia de esta complicación afortunadamente baja (0,0014%) [68]. Por este motivo es importante que la insuflación del neumoperitoneo sea lenta y sin picos de presión superiores a 13mmHg [64] para así tratar de evitar complicaciones hemodinámicas durante la cirugía y en el postoperatorio, como puede ser el dolor de hombros por la irritación diafragmática.

## COMPLICACIONES EN CIRUGÍA COLORRECTAL

La complicación más temida en cirugía colorrectal es la fístula anastomótica debido a su elevada morbimortalidad asociada [21]. Por consenso se define como fístula intestinal cualquier defecto en la integridad de la anastomosis quirúrgica realizada entre dos vísceras huecas con comunicación entre el compartimento intraluminal y extraluminal [69]. Además, debe considerarse que un absceso pélvico adyacente a la anastomosis, incluso sin comunicación con el intestino demostrada, está provocado por una fístula.

Se puede clasificar en función de varios criterios:

- En función de su forma de presentación:
  - Clínica (dehiscencia/absceso).
  - Subclínica.
- En función del momento de presentación [69]:
  - Precoz (ingreso): 47% se diagnostican en los 7 primeros días.
  - Tardía (hasta 30 días tras el alta hospitalaria). El 12% de diagnostican a partir del día 30º día postoperatorio.
- En función de su tratamiento: En la siguiente tabla se presentan los diferentes grados en los que se clasifica una fístula anastomótica en función del manejo terapéutico que precisa.

En la Tabla 5 se presenta la clasificación en grados de la fístula anastomótica en función de su tratamiento [70].

Grado	Definición
<b>A</b>	Fístula anastomótica con mínima o sin repercusión clínica que no requiera actuación terapéutica.
<b>B</b>	Fístula anastomótica que requiere intervención terapéutica sin ser necesaria nueva intervención quirúrgica.
<b>C</b>	Fístula anastomótica que requiere intervención quirúrgica y normalmente la realización de una derivación intestinal.

Tabla 5: Clasificación en grados de la fístula anastomótica en dependencia del tratamiento que precisa

La incidencia de fuga de anastomosis varía de acuerdo con el lugar anatómico y obedece a diferencias en la carga bacteriana, el aporte vascular, la tensión a la que se somete la anastomosis y a factores propios de cada paciente como son los antecedentes de radioterapia,

diabetes mellitus tipo 2, o el uso crónico de esteroides, entre otros [70]. Los datos de incidencia de fístula anastomótica varían entre el 5-20% en dependencia de los criterios y el intervalo en el que se consideran los datos. El índice de fístula anastomótica en el cáncer de colon se estima en torno al 8,5% [71] mientras que en el recto se ha estimado en el 10,4% y asciende al 15,3% [72] si se incluye el sinus crónico según los últimos datos ofertados por el estudio ANACARE (Registro nacional sobre fugas en anastomosis tras cirugía de cáncer de recto).

## ANATOMÍA PATOLÓGICA

En lo que a la histología se refiere, el 97% de las lesiones tumorales son debidas a adenocarcinomas (66% en colon, 34% en recto) [21]. El 3% restante está formado por un conjunto de neoplasias poco frecuentes como pueden ser el carcinoma escamoso, el carcinoide, el carcinoma de células transicionales, los linfomas y los sarcomas [21].

Dentro de los adenocarcinomas se estima que un 5-15% cumplen criterios de adenocarcinoma mucinoso (más del 50% de la lesión está compuesto por acúmulos de mucina extracelular) [21]. Esta diferenciación es importante porque se relaciona con una peor respuesta a la neoadyuvancia, mayores índices de infiltración del margen quirúrgico, y una peor supervivencia global, probablemente por las diferencias en las alteraciones genómicas que presentan estas neoplasias [73]. En general, suelen asociarse con un mayor grado de malignidad y una peor supervivencia, por lo que se evalúa la posibilidad de diferentes esquemas de tratamiento en pacientes que presentan estas peculiaridades histológicas [74].

Una de las características más importantes en el análisis anatomopatológico de estos tumores es el grado tumoral. El grado tumoral viene determinado por los World Health Organization Criteria [75].

- Grado 1: Adenocarcinomas bien diferenciados que presentan estructuras glandulares en >95%.
- Grado 2: Moderadamente diferenciados con estructuras glandulares entre el 50-95%.
- Grado 3: Pobrementemente diferenciados, con <50% de estructuras glandulares. Los pacientes con células en anillo de sello o carcinoma mucinoso son considerados como de alto grado.

# OBJETIVOS



# OBJETIVOS

Los objetivos planteados en el trabajo son:

## OBJETIVO PRINCIPAL

- Estudio personalizado de la anatomía del colon de aquellos pacientes con patología subsidiaria de cirugía mediante reconstrucciones 3D a partir de imágenes de TAC como estudio prequirúrgico en cirugía laparoscópica colorrectal.

## OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Valoración de los resultados quirúrgicos y oncológicos con la aplicación de los modelos de reconstrucción, mediante el estudio de diferentes parámetros tanto del acto quirúrgico como del postoperatorio.
- Evaluación de la influencia del estado preoperatorio del paciente sobre las posibles complicaciones postoperatorias, a fin de establecer un plan prequirúrgico individualizado tanto por sus características como por su imagen tridimensional de la lesión a estudio.
- Análisis de las modificaciones de la técnica quirúrgica con la aplicación de los modelos tridimensionales en el plan quirúrgico.
- Creación de imágenes de reconstrucción de colon con patología como material docente para la plataforma virtual UNITOMÍA.

# HIPÓTESIS



## HIPÓTESIS

El empleo de los modelos de reconstrucción en 3D en la cirugía de colon contribuirá a aumentar la información que el cirujano dispone de cada paciente, de manera individualizada, lo que puede suponer una mejora de la técnica quirúrgica, de la reducción de sus complicaciones y del tiempo quirúrgico en estos pacientes.

# MATERIAL Y MÉTODO



## MATERIAL Y MÉTODO

Para nuestro estudio se seleccionaron pacientes intervenidos quirúrgicamente en el Hospital San Pedro de cirugía colorrectal (diciembre de 2018 - abril de 2020) que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión.

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes programados para intervención quirúrgica por patología maligna (o sospechosa de malignidad) colorrectal visible en la TAC preoperatorio, cuya intervención se basara en el abordaje laparoscópico.
- Práctica quirúrgica realizada por cirujanos pertenecientes a la Unidad de Cirugía Colorrectal.
- Aceptación mediante consentimiento informado de las condiciones del estudio.

### CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes en los que por sus características se indicara, de inicio, una intervención por vía laparotómica.
- Lesiones colorrectales no visibles en la TAC preoperatoria.
- Pacientes operados de cirugía colorrectal no resectiva.
- Intervenciones transanales.
- Prótesis óseas que interfieran en la visualización de las reconstrucciones.

Para el análisis de los resultados, por cada paciente en el que se realizó la reconstrucción se seleccionó de manera aleatoria a un paciente que cumpliera los criterios de inclusión anteriormente expuestos. Éstos pacientes seleccionados fueron operados por el mismo grupo quirúrgico y en las mismas circunstancias pero sin la realización de la reconstrucción que permitiera la planificación prequirúrgica. De esta manera, obtenemos dos grupos de pacientes; grupo con reconstrucción y grupo sin reconstrucción, que nos permitirá comparar los resultados estadísticos.

Se obtuvo la aceptación por parte del comité ético del Hospital San Pedro para la realización del estudio.

## PROCEDIMIENTO

Para obtener las imágenes de los casos seleccionados se empleó el TAC multicorte (General Electric Healthcare Revolution GSI®) del Hospital San Pedro de Logroño. Los cortes abdominales de imagen se realizaron cada 3-5 mm. La recuperación de las imágenes se realizó mediante el formato DICOM a través de las plataformas Syngo®. Las reconstrucciones en 3D de las imágenes de TAC se realizaron con el programa OsiriX®.

Se realizó una segmentación completa de toda la superficie del colon en cada uno de los cortes de la TAC. Las áreas seleccionadas correspondientes al tumor fueron renombradas, de manera que proporcionaron dos conjuntos de áreas, la del colon normal y la del colon patológico. Posteriormente se modificó la densidad de cada uno de los grupos de imágenes, estableciendo densidades diferentes para la selección de colon normal y la selección de colon patológico (1000 píxeles y 1500 píxeles, respectivamente). Una vez modificadas las densidades de las imágenes se procedió a la reconstrucción de las mismas. De esta forma se obtuvo un modelo en 3D de las áreas previamente seleccionadas a las que se les asoció un determinado color en dependencia de su densidad. En dicho modelo se identificaban dos tonalidades diferenciadas correspondientes al colon normal y a la lesión patológica.

En las Figuras 8 y 9 se muestra el método utilizado para la segmentación y selección de los ROI en las diferentes imágenes del TAC.

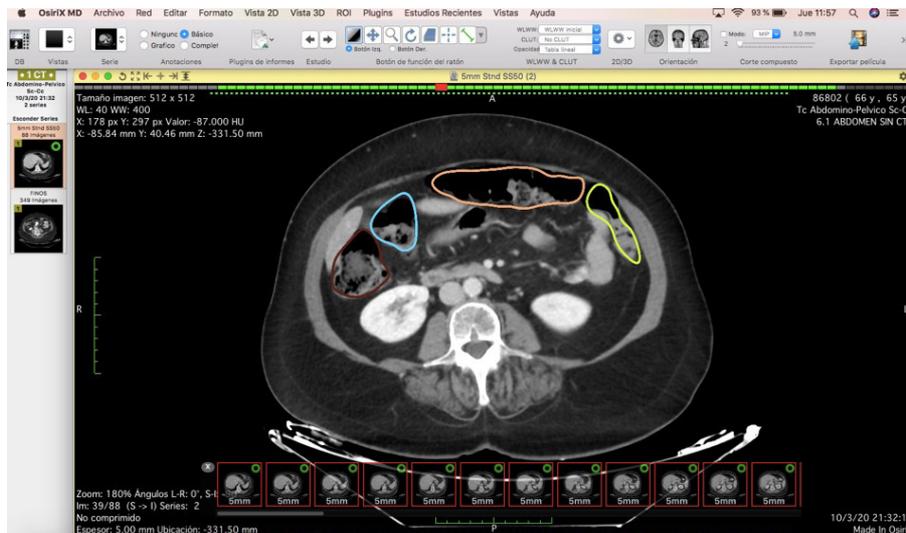


Figura 8: Método de segmentación de las diferentes imágenes correspondientes al colon en la imagen del TAC

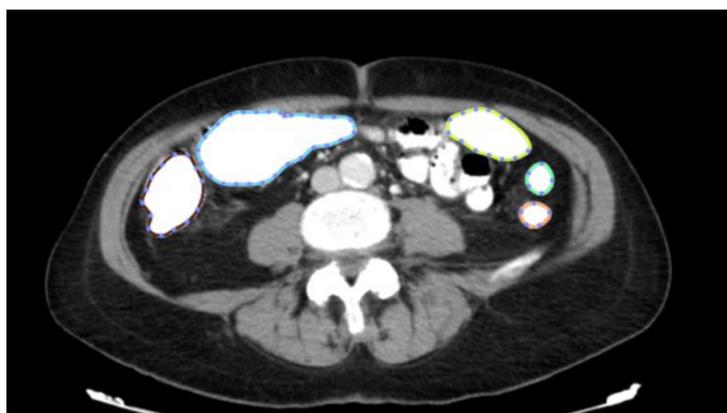


Figura 9: Cambio de densidad de los píxeles seleccionados



Figura 10: Reconstrucción en 3D de los ROI seleccionados

La edición de las imágenes ya reconstruidas se realizó con el programa Adobe® Photoshop® Elements Editor con el fin de mejorar la calidad de las imágenes. Para el almacenamiento de las imágenes ya procesadas, y editadas, se emplearon los formatos .jpg, .mov y .obj.

Una vez realizadas las reconstrucciones radiológicas en 3D de cada paciente y lesión, se diseñó un protocolo de trabajo para la valoración prequirúrgica de estos pacientes. Así mismo, con el fin de evaluar las ventajas asociadas a la utilización de las mismas en la planificación prequirúrgica, se estudiaron los posibles factores de riesgo para presentar complicaciones en la cirugía colorrectal.

## VARIABLES A ESTUDIO

---

- Edad del paciente: medida en años.
- Sexo: masculino o femenino.
- Diabetes mellitus: definida como una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce [76].
- Tabaquismo: en este estudio se dividió a los pacientes en fumadores, no fumadores y exfumadores (más de 1 año sin fumar).
- Enfermedad cardiovascular: se consideró que una persona presentaba una enfermedad cardiovascular cuando había presentado episodios previos de cardiopatía isquémica, o dos o más factores de riesgo cardiovascular (obesidad, dislipemia, hipertensión arterial) [77].
- Índice de masa corporal (IMC): este índice se calcula dividiendo los kilogramos de peso por el cuadrado de la estatura en metros ( $IMC = \text{peso [kg]} / \text{estatura [m}^2\text{]}$ ). Se considera que una persona es obesa cuando su IMC es superior a 30 [78].
- Clasificación de la American Society of Anesthesiologists (ASA): esta clasificación estima el riesgo que plantea la anestesia para los distintos estados del paciente [79].
  - I. Paciente saludable sin factores de riesgo.
  - II. Paciente con enfermedad sistémica leve.
  - III. Paciente con enfermedad sistémica severa.
  - IV. Paciente con enfermedad sistémica severa que amenaza de forma constante la vida.
  - V. Pacientes moribundos que no se espera que sobrevivan sin la operación.
  - VI. Paciente con muerte cerebral declarada, sometido a donación de órganos.
- Anemia preoperatoria: fue determinada por el valor de hemoglobina en la analítica previa a la cirugía y vino definida por una hemoglobina inferior a 13 g/L en hombres y de 12 g/L en mujeres [79].
- Albúmina preoperatoria: el estado nutricional de los pacientes se determinó a partir de los niveles de albúmina preoperatoria. Se consideró como desnutrido a aquel paciente que presentaba un nivel de albúmina inferior a 3,5 mg/dL [80].
- CEA: se consideró que los pacientes presentan niveles elevados cuando eran mayores a 5 ng/dl.
- Neoadyuvancia: definida como el empleo de cualquier tratamiento quimioterápico y/o radioterápico previo a la intervención.
- Respecto a la cirugía se consideró relevante la inclusión de:
  - a. Localización del tumor (colon derecho, colon transverso, colon izquierdo, sigma, recto, ángulo hepático, ángulo esplénico).

b. Técnica quirúrgica (hemicolectomía derecha, hemicolectomía derecha ampliada, colectomía segmentaria, hemicolectomía izquierda, sigmoidectomía, resección anterior baja, amputación abdomino-perineal, colectomía subtotal, Hartmann).

c. Tiempo quirúrgico: Se consideró el tiempo medido en minutos desde la realización de la incisión hasta la finalización de la intervención con el cierre de los orificios de los trócares.

d. Conversión a cirugía abierta: Se asumió la conversión a cirugía abierta cuando se realizó una laparotomía media con el fin de completar el procedimiento quirúrgico. Se tuvieron en cuenta los factores de riesgo asociados a conversión en cirugía laparoscópica colorrectal.

e. Dificultades intraoperatorias: Se consideraron incidentes intraoperatorios aquellos hallazgos que suponen un aumento en la dificultad técnica del procedimiento entre los que se encuentran:

- Síndrome adherencial.
- Hemorragia.
- Extensión tumoral (T4).
- Plastrón inflamatorio.
- Infiltración de otras estructuras adyacentes.
- Obesidad importante que dificulte la movilización de las estructuras.
- Pelvis estrecha (principalmente en lesiones rectales).
- Pelvis congelada.
- No tolerancia hemodinámica al neumoperitoneo.
- Lesiones esplénicas.
- Obstrucción intestinal.
- Carcinomatosis peritoneal.

• Complicaciones postoperatorias: se consideran aquellas complicaciones que se produjeron durante el postoperatorio relacionadas con el procedimiento quirúrgico. Entre ellas se encuentran: infección del sitio quirúrgico, íleo, evisceración, fístula anastomótica y obstrucción intestinal.

• Días de estancia: tiempo, medido en días, que pasa el paciente hospitalizado hasta que se va de alta a su domicilio.

• Necesidad de transfusión de hemoderivados: como indicador de sangrado importante durante el procedimiento quirúrgico.

• Anatomía Patológica del tumor: esta información fue reportada por el Servicio de Anatomía Patológica.

a. Tipo histológico.

b. Grado histológico.

c. Ganglios resecaos. En cirugía colorrectal se considera adecuado la resección de

un mínimo de 12 ganglios, lo que determinará si la linfadenectomía es adecuada o no (mayor o menor de 12 ganglios) [21].

d. Clasificación TMN. La American Joint Committee on Cancer (AJCC) y la International Union for Cancer Control (UICC) crearon el sistema de estadificación TNM como un recurso que permitía clasificar las diferentes etapas del cáncer [27]. De este modo, a cada cáncer se le asigna una letra o un número para describir el tumor, los ganglios, y las metástasis. Así, **T** se refiere al **tumor** original (primario), **N** a los **ganglios linfáticos** afectados, y **M** a la presencia de **metástasis**.

e. Estadío AJCC.

- Éxito: fallecimiento por cualquier causa que tuviera lugar durante el ingreso hospitalario posterior a la intervención quirúrgica.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

---

Se realizó un análisis descriptivo de las características de los pacientes. Los datos descriptivos se expresan en forma de media aritmética y desviación estándar, con su intervalo de confianza del 95%. Los resultados cualitativos se expresan en forma de porcentaje. En las comparaciones univariantes se realizó la prueba del Chi cuadrado o el test exacto de Fisher.

Para analizar los factores independientes asociados se realizó un análisis estadístico de regresión logística multivariante que incluyó aquellas variables con una  $p < 0,2$  en el análisis univariante. Previamente se realizó un análisis de colinealidad (eliminación por pasos hacia atrás) eliminando aquellas variables que presentaban dicha colinealidad con otros valores. Se consideró significativo un valor de  $p < 0,05$ .

Todos los análisis se realizaron utilizando el software estadístico SPSS 21.0.

# RESULTADOS



## RESULTADOS

### RECONSTRUCCIONES

Mediante un modelo en 3D se obtuvo una reconstrucción individualizada de la anatomía del colon del paciente en la que se localizó la lesión subsidiaria de cirugía. A ésta, se le añadieron los órganos o estructuras que presentaban relaciones comprometidas en la técnica quirúrgica. Estas imágenes les fueron proporcionadas al equipo quirúrgico a fin de establecer un plan quirúrgico personalizado para cada paciente, determinando posibles puntos de conflicto y posibles complicaciones intraoperatorias.

A continuación se presentan algunos ejemplos de reconstrucciones. En el Anexo se encuentran todas las reconstrucciones llevadas a cabo en este trabajo.

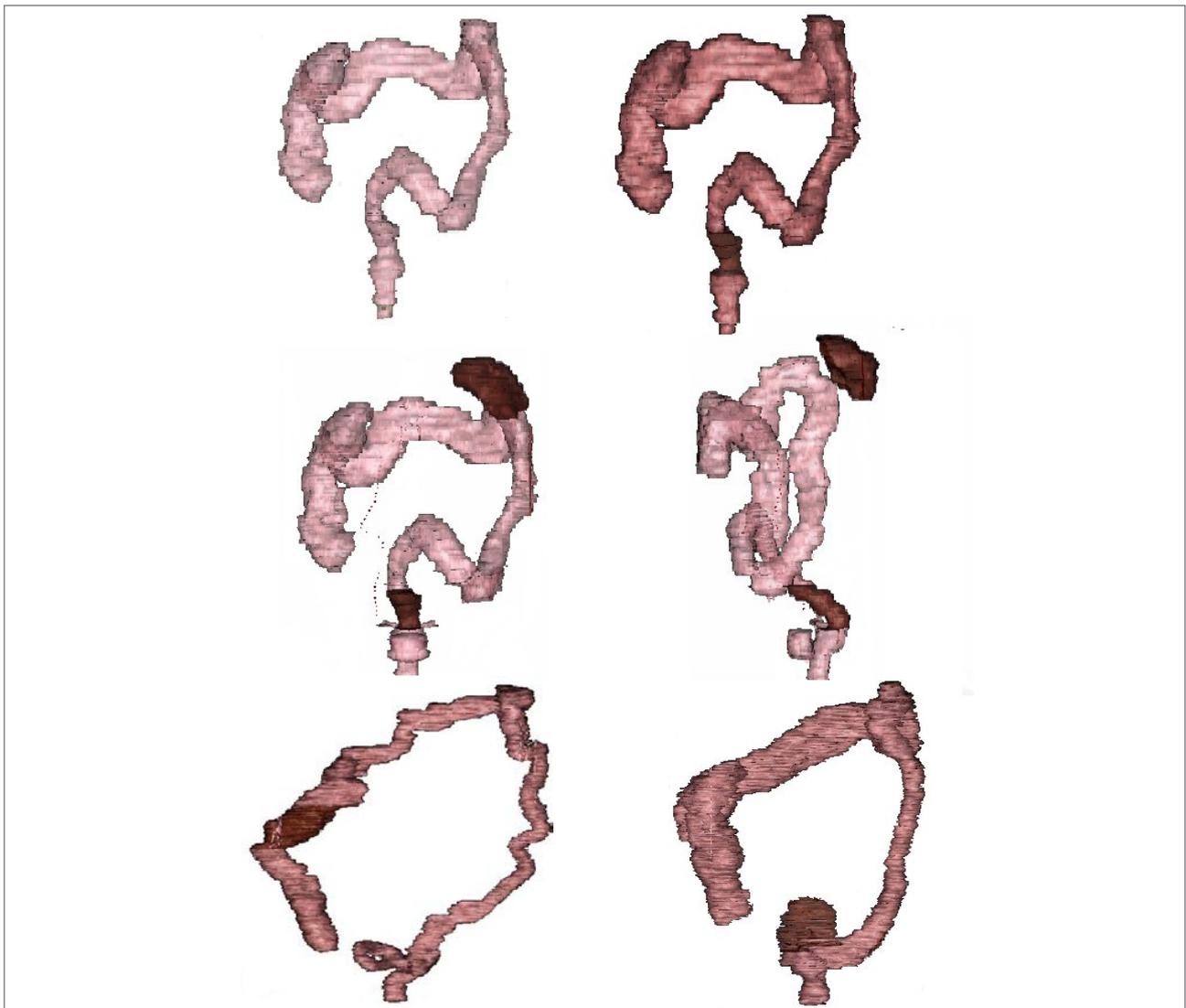


Figura 11: Reconstrucciones

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO

## ANÁLISIS DESCRIPTIVO

En este estudio un total de 117 personas fueron incluidas; 58 pertenecientes al grupo de pacientes con reconstrucción y 59 al grupo en el que no se realizó la reconstrucción.

### VARIABLES DEMOGRÁFICAS

- **Edad:** la edad media de los pacientes a los que se les realizó la reconstrucción fue de  $71,78 \pm 10,97$  años, mientras que en el grupo sin reconstrucción fue de  $71,14 \pm 11,74$ . No se observaron diferencias al comparar ambos ( $p=0,95$ ).
- **Sexo:** del total de los pacientes incluidos en el estudio 71 (60,7%) fueron hombres. En el grupo de pacientes con reconstrucción el número de hombres fue de 33 (56,9%) y en el grupo sin reconstrucción de 38 (64,4%). Al comparar ambos grupos no se observaron diferencias ( $p=0,41$ ).

### COMORBILIDADES

- **Diabetes Mellitus:** de los 117 pacientes 23 (19,7%) presentaban diabetes mellitus; 10 (17,2%) en el grupo con reconstrucción y 13 (22,0%) en el grupo sin reconstrucción. No se encontraron diferencias entre ambos grupos ( $p=0,51$ ).
- **Tabaquismo:** de todos los pacientes intervenidos sólo 12 eran fumadores (10,2%), 14 (12,0%) eran exfumadores y 91 (77,8%) nunca habían fumado. En la Tabla 6 se presenta la distribución de los pacientes según su hábito tabáquico. No se apreciaron diferencias estadísticamente significativas con respecto al hábito tabáquico entre ambos grupos ( $p=0,13$ ).

<b>Con Reconstrucción</b>	<b>No Fumador</b>	46	79,3%
	<b>Fumador</b>	3	5,2%
	<b>Exfumador</b>	9	15,5%
<b>Sin Reconstrucción</b>	<b>No Fumador</b>	45	76,3%
	<b>Fumador</b>	9	15,3%
	<b>Exfumador</b>	5	8,5%

Tabla 6: Distribución de los pacientes según su hábito tabáquico

- **Enfermedad Cardiovascular:** de todos los pacientes intervenidos, 47 presentaban una enfermedad cardiovascular. De ellos, 28 (48,3%) en el grupo con reconstrucción y 19 (32,2%) en el que no se realizó. Al analizar ambos grupos se observó una tendencia a la significación estadística ( $p=0,08$ ).
- **IMC:** un total de 27 (23%) pacientes presentaban obesidad, 12 (20,7%) en el grupo de pacientes con reconstrucción y 15 (25,4%) en el grupo sin reconstrucción. La presencia de obesidad fue similar en ambos grupos, no encontrando diferencias significativas entre ambos grupos ( $p = 0,54$ ).
- **ASA:** la distribución de los pacientes según la clasificación ASA se muestra en la siguiente tabla (Tabla 7):

<b>Con Reconstrucción</b>	<b>ASA I</b>	5	8,6%
	<b>ASA II</b>	35	60,3%
	<b>ASA III</b>	18	31,0%
	<b>ASA IV</b>	0	0%
<b>Sin Reconstrucción</b>	<b>ASA I</b>	7	11,9%
	<b>ASA II</b>	33	55,9%
	<b>ASA III</b>	18	30,5%
	<b>ASA IV</b>	1	1,7%

Tabla 7: Distribución de los pacientes según la clasificación ASA en ambos grupos

Los pacientes de ambos grupos presentaban la misma distribución en cuanto a riesgo anestésico se refiere ( $p=0,71$ ).

- **Anemia:** en el total de pacientes intervenidos 49 (41,9%) presentaban anemia preoperatoria. En el grupo con reconstrucción la presentaban 23 (39,7%) pacientes, mientras que en el grupo sin reconstrucción la presentaban 26 (44,1%) pacientes.

No se observaron diferencias significativas entre ambos grupos ( $p=0,63$ ).

- **Desnutrición:** dentro de nuestro estudio una parte significativa de los pacientes no presentaban albúmina preoperatoria como dato de desnutrición, un total de 8 (6,8%) pacientes. Dentro del grupo de pacientes con reconstrucción presentaban cifras bajas de albúmina 11 (20,8%) pacientes. En el grupo de pacientes sin reconstrucción 7 (12,5%) pacientes presentaban cifras bajas de albúmina.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas al comparar ambos grupos ( $p=0,25$ ).

- **CEA:** dentro del grupo de pacientes con reconstrucción presentaban cifras elevadas de CEA 21 (37,5%) pacientes y en el grupo sin reconstrucción 27 (47,4%) pacientes.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en los niveles preoperatorias de CEA de los pacientes de los dos grupos ( $p=0,29$ ).

- **Neoadyuvancia:** con respecto al tratamiento oncológico previo a la cirugía sólo lo presentaron 9 (15,5%) pacientes en el grupo con reconstrucción y 14 (23,7%) pacientes en el grupo sin reconstrucción.

La administración previa de neoadyuvancia no presenta diferencias significativas en ambos grupos ( $p=0,26$ ).

## CARACTERÍSTICAS DE LA LESIÓN

- **Localización:** en la Tabla 8 se muestran las diferentes localizaciones de las lesiones a estudio en ambos grupos.

<b>Con Reconstrucción</b>	<b>Colon derecho</b>	19	32,8%
	<b>Colon transverso</b>	7	12,1%
	<b>Colon izquierdo</b>	5	8,6%
	<b>Colon sigmoide</b>	5	8,6%
	<b>Recto</b>	16	27,6%
	<b>Ángulo hepático</b>	2	3,4%
	<b>Ángulo esplénico</b>	4	6,9%
<b>Sin Reconstrucción</b>	<b>Colon derecho</b>	17	28,8%
	<b>Colon transverso</b>	7	11,9%
	<b>Colon izquierdo</b>	1	1,7%
	<b>Colon sigmoide</b>	12	20,3%
	<b>Recto</b>	19	32,2%
	<b>Ángulo hepático</b>	3	5,1%

Tabla 8: Localizaciones de las lesiones por subgrupos

Pacientes con reconstrucción:



Pacientes sin reconstrucción:



En lo referente a la distribución de los grupos según la localización del tumor no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos ( $p=0,12$ ).

También se llevó a cabo un análisis por subgrupos dividiendo a los pacientes en tres grupos: un primer grupo en el que se incluyen las lesiones en colon ascendente, ángulo hepático y colon transverso (Grupo 1); otro grupo en el que se engloban las lesiones en

ángulo esplénico, colon descendente y sigma (Grupo 2); y por último un tercer grupo con las lesiones rectales (Grupo 3). En la Tabla 9 se detalla la distribución de los pacientes por subgrupos de localización.

<b>Con Reconstrucción</b>	<b>Grupo 1</b>	28	48,3%
	<b>Grupo 2</b>	14	24,1%
	<b>Grupo 3</b>	16	27,6%
<b>Sin Reconstrucción</b>	<b>Grupo 1</b>	27	45,8%
	<b>Grupo 2</b>	13	22%
	<b>Grupo 3</b>	19	32,2%

Tabla 9: distribución por subgrupos de localización

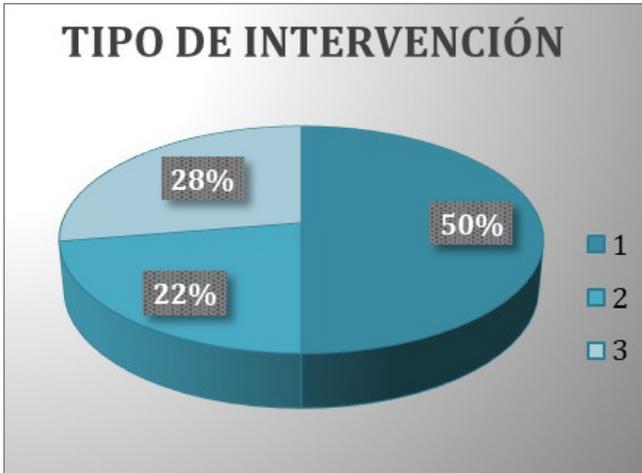
Tampoco se apreciaron diferencias significativas entre los dos grupos a estudio con la reclasificación por localización ( $p=0,86$ ).

• Tipo de Intervención: en la tabla 10 se muestra como se reagruparon los pacientes según el tipo de cirugía, estableciendo los siguientes grupos: intervenciones realizadas en el colon derecho (Grupo 1), intervenciones realizadas en el colon izquierdo (Grupo 2) y resecciones rectales (Grupo 3).

<b>Con Reconstrucción</b>	<b>Grupo 1</b>	29	50%
	<b>Grupo 2</b>	13	22,4%
	<b>Grupo 3</b>	16	27,6%
<b>Sin Reconstrucción</b>	<b>Grupo 1</b>	25	42,4%
	<b>Grupo 2</b>	13	22%
	<b>Grupo 3</b>	21	35,6%

Tabla 10: Distribución por subgrupos de tipo de intervención

Pacientes con reconstrucción:



Pacientes sin reconstrucción:



No se observaron diferencias significativas entre los grupos con respecto a la técnica quirúrgica ( $p=0,62$ ).

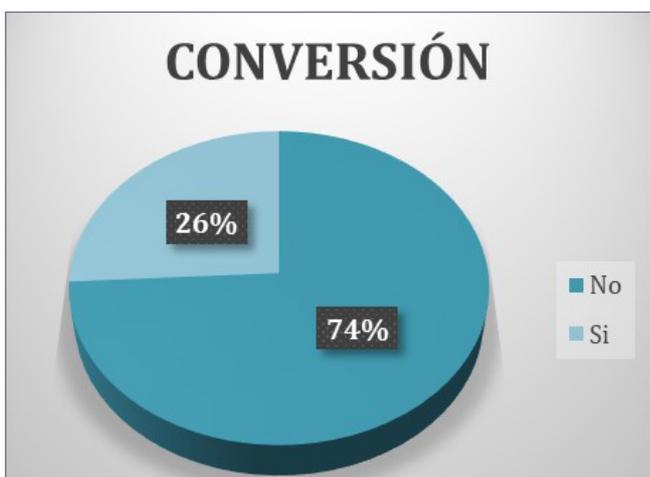
## RESULTADOS INTRAOPERATORIOS

- **Tiempo quirúrgico:** el tiempo quirúrgico difirió al comparar ambos grupos. En el grupo en que se realizó reconstrucción la intervención tuvo una duración media de 217,93 minutos con una desviación de 64,5 minutos y una mediana de 210 minutos. Por el contrario, en el grupo sin reconstrucción la duración media fue de 252,1 minutos con una desviación de 85,2 minutos y una mediana de 240 minutos.

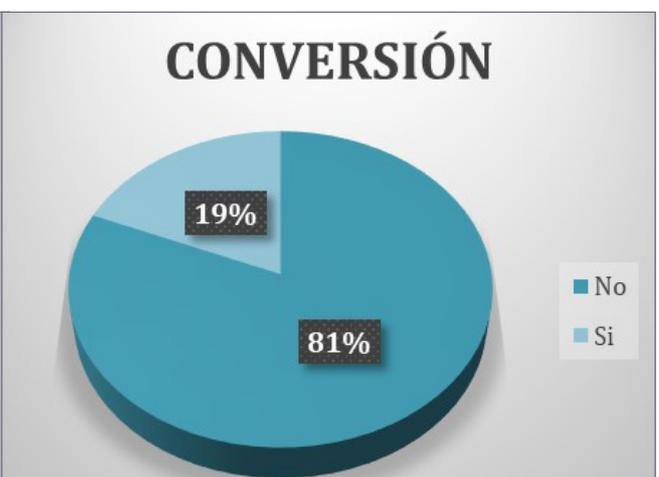
Con respecto a la distribución por grupos del tiempo quirúrgico, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,039$ ).

- **Conversión a cirugía abierta:** la conversión a cirugía abierta en el grupo de pacientes con reconstrucción fue necesaria en el 25,9% de los pacientes; mientras que en el grupo sin reconstrucción fue del 18,6%.

Pacientes con reconstrucción:



Pacientes sin reconstrucción:

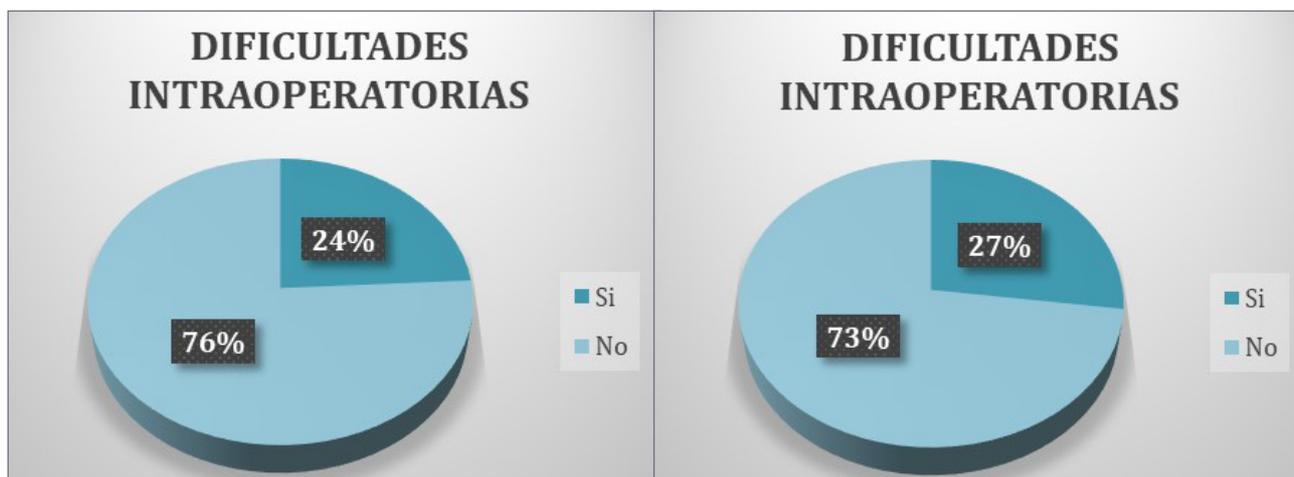


No se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en lo que a la necesidad de conversión se refiere ( $p=0,35$ ).

- Dificultades intraoperatorias: con respecto a la presencia de complicaciones intraoperatorias se presentaron en 14 (24,1%) pacientes del grupo con reconstrucción y en 16 (27,1%) pacientes en el grupo sin reconstrucción.

Pacientes con reconstrucción:

Pacientes sin reconstrucción:



No existen diferencias significativas con respecto a las dificultades encontradas en el acto quirúrgico en ambos grupos ( $p=0,71$ ).

## RESULTADOS POSTOPERATORIOS

- Estancia Postoperatoria: la estancia hospitalaria postoperatoria en el grupo de pacientes con reconstrucción la media fue de 12,3 días con una desviación de 11,9 días y una mediana de 8 días. En el grupo de pacientes sin reconstrucción la media fue de 10,4 días con una desviación de 6,2 días y una mediana de 9 días.

No se observaron diferencias al comparar ambos grupos ( $p=0,75$ ).

Tras el análisis se retiró un valor extremo del grupo con reconstrucción (70 días), siendo la estancia media de los grupos de 9,1 días en el grupo con reconstrucción y de 6,2 días en el grupo sin reconstrucción. Tampoco se observaron diferencias significativas tras este cambio.

- Complicaciones Postoperatorias: respecto a las complicaciones postoperatorias, en el grupo con reconstrucciones se detectaron en 28 (48,3%) pacientes y en el grupo sin reconstrucción en 20 (33,9%) pacientes.

Pacientes con reconstrucción:

Pacientes sin reconstrucción:



No se han encontrado diferencias significativas en lo que respecta a complicaciones postoperatorias entre los dos grupos ( $p=0,11$ ).

• Transfusión: en global, 14 de los pacientes precisaron realizar una transfusión; de éstos 10 (17,2%) correspondían al grupo con reconstrucción y 4 (6,8%) al grupo sin reconstrucción.

No se apreciaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la necesidad de transfusión de ambos grupos ( $p=0,09$ ).

• Mortalidad: con respecto a la mortalidad, en ambos grupos se produjeron 2 (3,4%) éxitus.

Por lo tanto, no existen diferencias en la mortalidad de ambos grupos ( $p=1$ ).

## RESULTADOS ONCOLÓGICOS

Cabe destacar que 5 de los pacientes del grupo con reconstrucción fueron retirados del estudio por presentar en el informe de anatomía patológica lesiones compatibles con patología inflamatoria, por lo que se realizaron en total 63 reconstrucciones en 3D, aunque sólo 58 de las mismas se incluyeron en el análisis estadístico. Estos modelos de reconstrucción también pueden utilizarse en patología benigna e inflamatoria pero dado que no era el objeto del estudio decidimos no incluirlos en el análisis para evitar posibles alteraciones en el mismo.

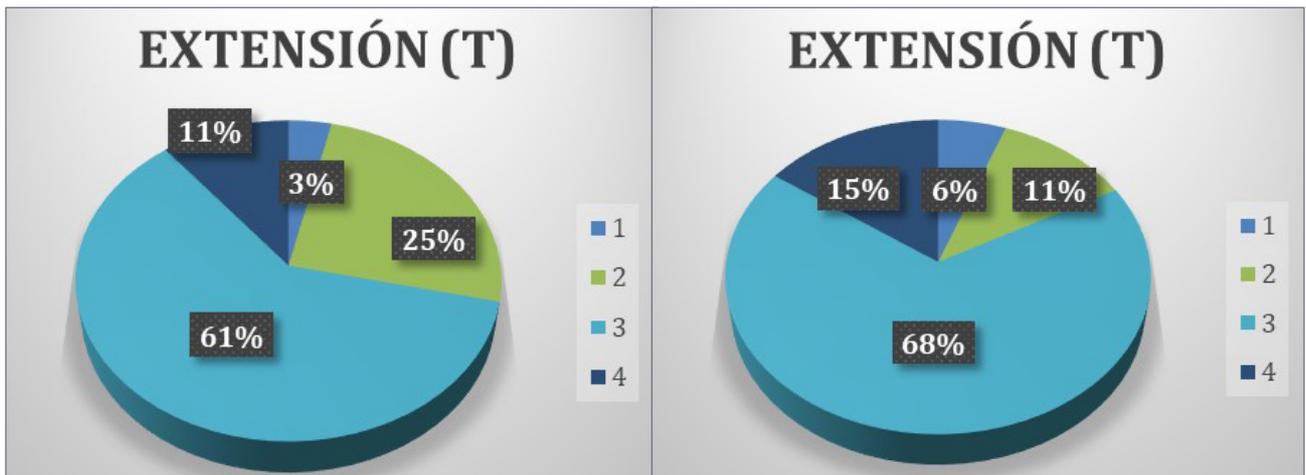
En la Tabla 11 y 12 se presenta la distribución de los pacientes en ambos grupos según el estadio tumoral (AJCC).

<b>Con Reconstrucción</b>	1	2	3,4%
	2	14	24,1%
	3	34	58,6%
	4	6	10,3%
<b>Sin Reconstrucción</b>	0	3	5,1%
	1	3	5,1%
	2	6	10,2%
	3	36	61,0%
	4	8	13,6%

Tabla 11: Distribución según la T (tamaño)

Pacientes con reconstrucción:

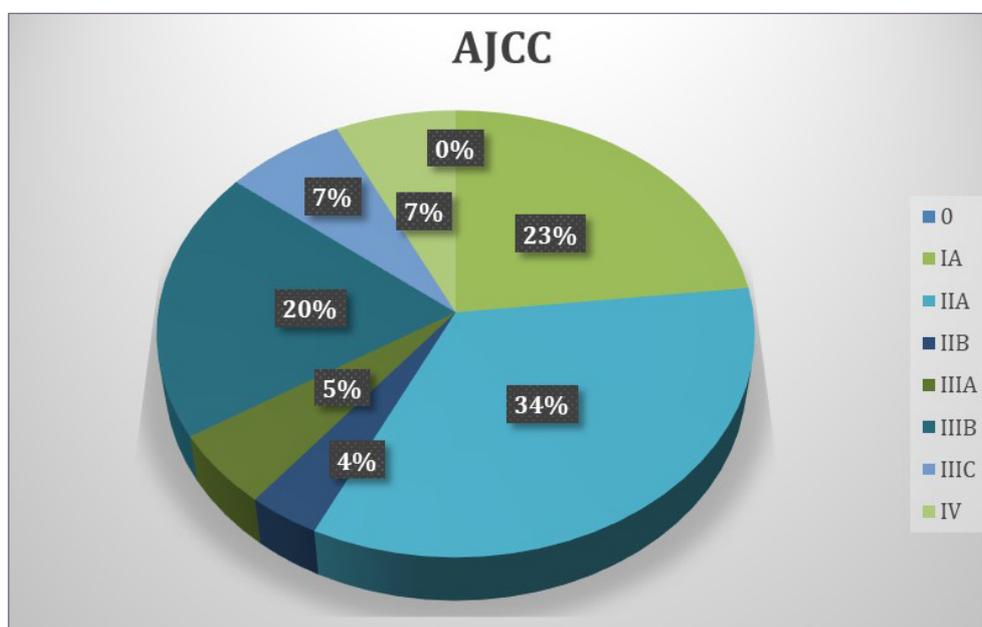
Pacientes sin reconstrucción:



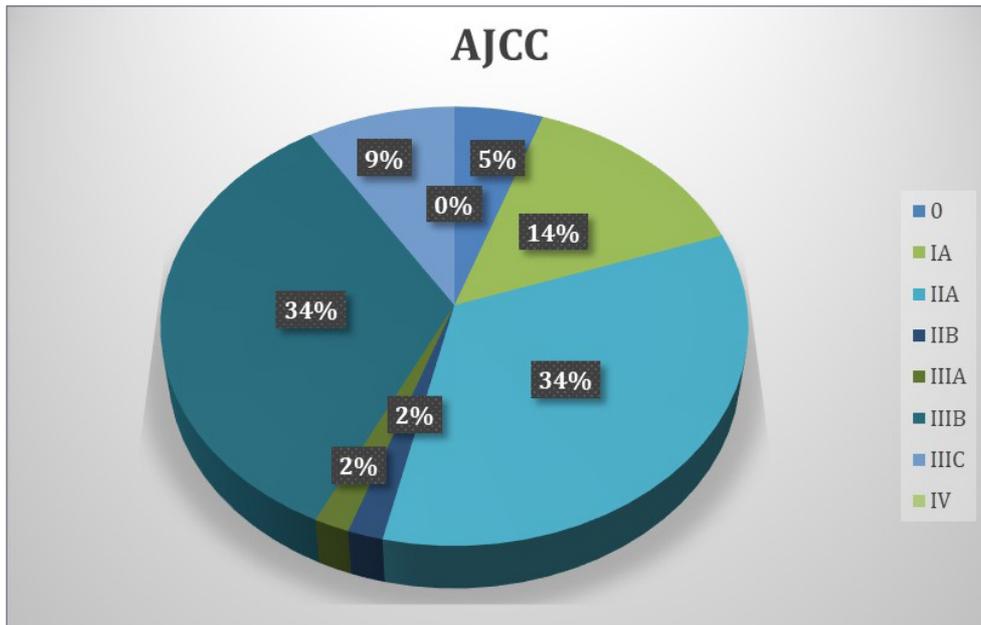
<b>Con Reconstrucción</b>	<b>0</b>	0	0,0%
	<b>IA</b>	13	22,4%
	<b>IIA</b>	19	32,8%
	<b>IIB</b>	2	3,4%
	<b>IIIA</b>	3	5,2%
	<b>IIIB</b>	11	19,0%
	<b>IIIC</b>	4	6,9%
	<b>IV</b>	4	6,9%
<b>Sin Reconstrucción</b>	<b>0</b>	3	5,1%
	<b>IA</b>	8	13,6%
	<b>IIA</b>	19	32,2%
	<b>IIB</b>	1	1,7%
	<b>IIIA</b>	1	1,7%
	<b>IIIB</b>	19	32,2%
	<b>IIIC</b>	5	8,5%
	<b>IV</b>	0	0,0%

Tabla 12: Distribución por grupos según AJCC

Pacientes con reconstrucción:



Pacientes sin reconstrucción:



## ANÁLISIS MULTIVARIANTE

---

Una vez realizadas las pruebas de colinealidad, la única variable que permaneció estadísticamente significativa fue el tiempo quirúrgico, con una significación del OR 0,99 (0,98 a 0,99;  $p= 0,018$ ).

# DISCUSIÓN



## DISCUSIÓN

### IMPACTO DEL ESTUDIO PREOPERATORIO MEDIANTE RECONSTRUCCIONES EN 3D

Durante los últimos años, con el fin de mejorar los resultados postoperatorios y facilitar la técnica quirúrgica, se ha producido un desarrollo exponencial de las tecnologías asociadas a los procedimientos mínimamente invasivos.

Los avances tecnológicos en la imagen y en los dispositivos para la realización de las técnicas quirúrgicas han facilitado de un modo considerable la practica quirúrgica habitual, sobre todo en procedimientos endoscópicos que presentan una mayor complejidad técnica. Dentro del desarrollo éstos métodos existen numerosos campos, como los métodos de imagen o técnicas como el verde de indocianina [81]; pero es la reconstrucción en 3D en la que se ha centrado nuestro trabajo.

En él se ha utilizado la reconstrucción en 3D de las imágenes correspondientes al colon de los pacientes; con el fin de conseguir un modelo de reconstrucción individualizado para cada paciente que va a ser sometido a cirugía laparoscópica por lesiones oncológicas colorrectales. Los pacientes que de entrada se programaron para cirugía abierta no fueron incluidos en el estudio porque las limitaciones en el campo de visión y en la valoración de la anatomía no están presentes en este abordaje quirúrgico. De esta manera, el objetivo principal consistía en conseguir una imagen exacta de la anatomía del colon de cada paciente y la lesión subsidiaria de cirugía que nos permitiera realizar un estudio detallado previo a la cirugía.

Para llevarlo a cabo, se ha utilizado un programa de reconstrucción de la imagen, el programa OsiriX®, que a partir de las imágenes de la TAC preoperatoria de cada individuo nos permitió realizar una segmentación completa de toda la superficie del colon en cada una de las imágenes diferenciando las áreas de colon normal de las del colon patológico. De esta manera obtuvimos un modelo en 3D en el que se identificaban dos densidades diferenciadas correspondientes al colon normal y a la lesión patológica. Además también se incluyeron las imágenes de órganos clave para el desarrollo del acto quirúrgico de cada individuo, como puede ser el bazo en lesiones del colon izquierdo, o la próstata y las vesículas seminales en las lesiones rectales. Estas imágenes son presentadas a los profesionales permitiendo su manipulación y visualización en las tres dimensiones del espacio.

Estos modelos han permitido realizar un estudio detallado de la anatomía del colon, los órganos adyacentes, la localización de la lesión subsidiaria de cirugía y detectar posibles puntos de conflicto de manera previa a la cirugía.

Uno de los aspectos positivos de este trabajo consiste en que para llevar a cabo estas reconstrucciones, el paciente no tiene que ser sometido a ningún estudio de imagen añadido, puesto que se realiza a partir de la TAC de la que disponen todos los pacientes que van a ser sometidos a este tipo de procedimientos quirúrgicos, lo que supone un beneficio para el conocimiento de cada individuo, sin que éstos se vean sometidos a perjuicio alguno.

Los cirujanos participantes en el estudio, pertenecientes a la Unidad de Cirugía Colorrectal, dentro del Departamento de Cirugía General de nuestro hospital, concluyeron que el estudio previo a la cirugía proporcionaba un mayor conocimiento del paciente y del procedimiento a llevar a cabo, lo que se traducía en una mayor seguridad a la hora de realizarlo. Conocer la opinión de los cirujanos no fue uno de los objetivos planteados en este estudio, pero a la vista de sus comentarios se consideró de interés su notificación.

Otro de los aspectos beneficiosos de la intervención con reconstrucción es la menor duración del tiempo quirúrgico. El tiempo quirúrgico medio en el grupo de pacientes con reconstrucción fue de 217,93 minutos (Desviación 64,48) con una mediana de 210 minutos; mientras que en el grupo sin reconstrucción la media fue de 252,12 minutos (Desviación 85,19) con una mediana de 240 minutos. El tiempo quirúrgico prolongado está considerado uno de los factores de riesgo para la presentación de posibles complicaciones postoperatorias como la infección del sitio quirúrgico [82], por lo que la disminución del mismo supone un beneficio para el paciente, además de una disminución del índice de ocupación del quirófano con el beneficio económico que esto supone. Además, el hecho de que cada vez sean subsidiarios de este tipo de cirugías pacientes con mayor edad y con mayores patologías cardíacas y respiratorias que pueden dificultar la tolerancia al neumoperitoneo necesario en laparoscopia, hace que la disminución del tiempo quirúrgico suponga un beneficio claro en la práctica diaria.

En contra de lo esperado, la reconstrucción en 3D no aportó mayores beneficios en las complicaciones y la estancia hospitalaria. La estancia hospitalaria total es un criterio de evaluación importante que no ha mostrado ser diferente en ambos grupos; sin embargo puede verse afectados por diferentes factores como la geografía, soporte familiar, ... Por ese motivo para su cálculo se eliminó el único dato con una estancia excesiva. Es posible que para demostrar este beneficio con las reconstrucciones precisaríamos realizar un nuevo estudio en el que se incrementara de manera significativa el número de pacientes, lo que permitiría realizar el análisis por subgrupos de localización o técnica quirúrgica.

Es importante señalar que los beneficios parecen más evidentes en aquellos pacientes que presentaban lesiones a nivel del colon izquierdo y recto del paciente, por la mayor información que proporcionan los modelos sobre la altura tumoral, la disposición del ángulo esplénico y la longitud del segmento sigmoide.

En lo que respecta al análisis del índice de conversión a cirugía abierta los datos no presentaron diferencias significativas entre ambos grupos, siendo necesaria en el 25,9% de los pacientes con reconstrucción; mientras que en el grupo sin reconstrucción fue del 18,6%. Estos datos se encuentran dentro de los estándares aceptados en la bibliografía [71].

Es probable que la asociación entre los modelos de reconstrucción y los últimos avances en realidad virtual permiten mejorar todavía más la realización de este plan quirúrgico preoperatorio.

## LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Son varias las limitaciones o dificultades con las que nos hemos encontrado durante la realización de éste trabajo. Las primeras dificultades se presentan como consecuencia del propio proceso de la elaboración de los modelos. El programa de reconstrucción utilizado no permite seleccionar de manera automática las imágenes correspondientes al colon del paciente, lo que supone la necesidad de dibujar en cada corte del TAC las imágenes correspondientes al mismo. Como se detalló con anterioridad, la TAC preoperatoria se realiza con cortes de entre 1 y 3 mm lo que supone más de 100 imágenes por paciente. La realización de cada una de las reconstrucciones puede conllevar entre 3 y 4 horas de trabajo manual para la selección de los ROI, tiempo demasiado prolongado para la práctica clínica habitual en la que los cirujanos nos encontramos. Con el fin de resolver este problema, sería deseable automatizar este procedimiento, lo que disminuiría significativamente el tiempo necesario para la realización de cada reconstrucción, lo que permitiría aplicarlo de manera habitual en la práctica quirúrgica habitual.

Asimismo, es importante señalar la dificultad se encontraba en la localización de la lesión en las imágenes de la TAC preoperatoria. Lesiones planas o de pequeño tamaño supone un desafío incluso para radiólogos especializados en estas técnicas radiológicas. Esta razón limitó de manera significativa el número de pacientes que pudieron ser incluidos en el estudio puesto que gracias a los programas de cribaje que se realizan en nuestro medio (sangre oculta en heces, colonoscopia) cada vez son más las que se detectan de manera más precoz. Para tratar de solventar esta dificultad sería necesario que en la colonoscopia diagnóstica se utilizara algún tipo de marcaje en la lesión que fuera visible en la TAC y nos permitiera diferenciarla sin problema.

Con respecto a las limitaciones del diseño del estudio, señalar que aunque los grupos son similares en cuanto a características demográficas, no lo serían las localizaciones, lo que podría inducir a errores en la interpretación. Los cirujanos participantes en el estudio apreciaron que los datos obtenidos a partir de las reconstrucción eran mayores en aquellas lesiones localizadas en el colon izquierdo. Es probable que la variabilidad en las técnicas de esta mitad del colon dependiendo de la localización de las lesiones, incluida la altura tumoral a nivel rectal, sea una de las razones. Además, la disposición de órganos involucrados en la cirugía como el bazo, que puede ser incluido en el modelo de reconstrucción, permite valorar la posible dificultad que van a presentar los pacientes a la hora de realizar el descenso del ángulo esplénico. A este nivel, parece también importante valorar la longitud que presenta el colon sigmoide que determinará la necesidad o no de realizar la maniobra de descenso del ángulo esplénico. Por estas razones, en caso de continuar con el trabajo, sería en éstas localizaciones donde podrían encontrarse más diferencias y por lo tanto serían éstos los pacientes seleccionados.

Por último, en la realización de este trabajo no se ha considerado el análisis de los marcadores inflamatorios postoperatorios para valorar posibles diferencias entre ambos grupos que nos indicaran una posible mejoría técnica en el grupo con reconstrucción [83].

## FUTURAS LÍNEAS DE ACTUACIÓN

El mundo de las nuevas tecnologías es un mundo dinámico y cambiante, por lo que el potencial de esta intervención aún está por descubrir.

En el momento actual, es posible asociar las reconstrucciones 3D junto a la simulación virtual y la realidad aumentada, lo que abre un campo infinito de posibilidades [84]. Sin embargo, en ocasiones el conflicto se encuentra en trasladar esta tecnología al propio acto quirúrgico, permitiéndonos consultar estas imágenes justo antes o durante el procedimiento.

Para tratar de solventar este problema se han desarrollado programas que nos faciliten el procesamiento de estas imágenes [85]. Mediante la aplicación Colon 3D AR®, diseñada por nuestro grupo, es posible crear un holograma a escala 1:1 a partir de cada uno de los modelos de reconstrucción, realizados en nuestro trabajo, que puede ser proyectado en el quirófano sobre el abdomen del paciente. Es necesario determinar una serie de referencias anatómicas que nos permitan asegurar la correcta disposición del holograma sobre el abdomen del paciente. Se ha determinado realizar esta proyección teniendo en cuenta como referencia anatómica las espinas ilíacas, puesto que son puntos fácilmente localizables tanto en las imágenes como en el propio paciente y difícilmente variables con la postura o disposición del mismo. De esta manera obtenemos una imagen exacta de la localización del colon de cada paciente y de cada lesión sobre el propio abdomen del mismo durante el acto quirúrgico.

Esta información ayudará a la toma de decisiones como son la modificación en la colocación de los trócares o incluso en el tipo de técnica quirúrgica a realizar que facilitarán el procedimiento a llevar a cabo. Serán éstas técnicas las que ocuparán el posterior desarrollo de nuestro trabajo a partir de los datos obtenidos mediante esta tesis doctoral.

Por último, con el fin de colaborar en el desarrollo y posterior utilización de los modelos tridimensionales de simulación virtual, todas las imágenes reconstruidas que se obtengan se incluirán progresivamente en la plataforma virtual UNITOMÍA® ([www.unitomia.org](http://www.unitomia.org)). En esta plataforma los modelos se encuentran clasificados según las características de los pacientes y de la propia lesión. Además, la creación de modelos anatómicos permitirá su utilización por parte de los profesionales, para simulación y entrenamiento en técnica quirúrgica.



# CONCLUSIONES



## CONCLUSIONES

1. Las reconstrucciones en 3D permiten un mejor conocimiento y estudio de cada uno de los casos ofreciendo una intervención personalizada, lo que supone un valor añadido a pesar del tiempo que supone su preparación.
2. El estudio prequirúrgico mediante reconstrucciones en 3D de los pacientes intervenidos de CCR disminuye el tiempo operatorio lo que supone un beneficio para el paciente.
3. La realización de las reconstrucciones en 3D no supone un empeoramiento de los resultados ni perjuicio alguno para el paciente.
4. La realización de las reconstrucciones en 3D en pacientes con patología oncológica colorrectal parece tener su mayor beneficio en los tumores situados en el colon izquierdo y en el recto.
5. El uso de las reconstrucciones en 3D como aliado tecnológico, permite impulsar una cirugía más eficiente y más segura; aspecto imprescindible hoy en día en la búsqueda del beneficio para el paciente.

# BIBLIOGRAFÍA



## BIBLIOGRAFÍA

1. Di Serafino M, Severino R, Laviani F, Maroscia D. Three-dimensional computed tomography rendering of pedunculated colon polyp: new “clapper-bell” sign pedunculated polyp at 3D computed tomography. *Radiol Case Rep.* 2016; 11: 292-5.
2. Treballe JF. Tesis doctoral: Aplicación de la imagen tridimensional a la cirugía laparoscópica del colon: Análisis morfométrico a partir de reconstrucciones de TAC, estudio en cadáver y en vivo. Departamento de Anatomía e Histología Humanas. Facultad de Medicina. Universidad de Zaragoza. 2015.
3. Celentano V. Need for simulation in laparoscopic colorectal surgery training. *World J Gastrointest Surg.* 2015; 7(9): 185-9.
4. Van Rooijen S, Carli F, Dalton S, Johansen Ch, Dieleman J, Roumen R et al. Preoperative modifiable risk factors in colorectal surgery: an observational cohort study identifying the possible value of prehabilitation. 2017; 56 (2): 329-34.
5. Kontovounisios C, Tekkis P and Bello F. 3D imaging and printing in pelvic colorectal cancer: ‘The New Kid on the Block’. *Techniques in Coloproctology.* 2019; 23:171–3.
6. Delgado Gomis F. Cirugía Laparoscópica. *Cir Esp.* 2000; 68(4): 297-8.
7. García Ruiz A, Gutiérrez Rodríguez L, Cueto Gar J. Evolución histórica de la cirugía laparoscópica. *Cirugía Endoscópica.* 2016; 17 (2): 93-106.
8. Pascual M, Salvans S, Pera M. Laparoscopic colorectal surgery: Current status and implementation of the latest technological innovations. *World J Gas-troenterol.* 2016; 22(2): 704-17.
9. HGM van der Pas, Haglind E, Cuesta MA, Fürst A, Lacy AM, CJ Hop W, et al. Laparoscopic versus open surgery for rectal cancer (COLOR II): short-term outcomes of a randomised, phase 3 trial. *The Lancet.* 2013; 14 (3): 210-8.
10. Klaver C, Kappen TM, Borstlap W, Bemelman WA, Tanis PJ. Laparoscopic surgery for T4 colon cancer: a systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc.* 2017; 31(12):4902-12.
11. Gavriilidis P, Katsanos K. Laparoscopic Versus Open Transverse Colectomy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *World J Surg.* 2018 Sep;42(9):3008-14.
12. Wu Q, Wei M, Ye Z, Bi L, Zheng E, Hu T, et al. Laparoscopic Colectomy Versus Open Colectomy for Treatment of Transverse Colon Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2017;27(10):1038-50.
13. Sociedad Española de Oncología Médica. Las cifras del cáncer en España 2020. Disponible en:  
[https://seom.org/seomcms/images/stories/recursos/Cifras\\_del\\_cancer\\_2020.pdf](https://seom.org/seomcms/images/stories/recursos/Cifras_del_cancer_2020.pdf).

14. REDECAN. Red Española de Registros de Cáncer. Accesible en: <http://redecn.es/redecn.org/es/page3f38.html?id=21&title=estadisticas>.
15. Sanabria MC, Umaña A, Serrano ML, Sánchez M, Mesa J, Hernández GA. Vías de carcinogénesis colorrectal y sus implicaciones clínicas. *REV CO-LOMB CANCEROL* 2012;16(3):170-81.
16. Guinney J, Dienstmann R, Tejpar S. The Consensus Molecular Subtypes of Colorectal Cancer. *Nat Med*. 2015; 21(11): 1350-6.
17. Ochoa-Hernández AB, Juárez-Vázquez CI, Rosales-Reynoso MA, Barros-Núñez P. La vía de señalización Wnt-B-catenina y su relación con el cáncer. *Cir Cir*. 2012;80:389-98.
18. Alonso A, Moreno S, Valiente A, Artigas M, Pérez-Juana A, Ramos-Arroyo MA. Mecanismos genéticos en la predisposición hereditaria al cáncer colorrectal. *Anales Sist Sanit Navar*. 2006; 29 (1). 59-76.
19. Lahera Sánchez T, González Hernández OJ. El receptor del factor de crecimiento epidérmico y su papel en el desarrollo tumoral. *Rev Haban Cienc Méd*. 2010; 9(2). 172-80.
20. Roa I, Sánchez T, Majlis A, Schalper K. Mutación del gen KRAS en el cáncer de colon y recto. *Rev. Méd. Chile*. 2013;141(9). 1166-72.
21. Arias J, Armendáriz P, Armengol M, Barrios P, Biondo S, Canela, et al. *Cirugía Colorrectal. Guías Clínicas Asociación Española de Cirujanos*. 2ª Edición. Madrid. Arán Ediciones; 2012.
22. Simon K. Colorectal cancer development and advances in screening. *Clin Interv Aging*. 2016; 11: 967-76.
23. Vajdic CM, MacInnis JM, Canfell K, Hull P, Arriaga ME, Hirani V, et al. The Future Colorectal Cancer Burden Attributable to Modifiable Behaviors: A Pooled Cohort Study. *JNCI Cancer Spectrum*. 2018; 2 (3): 1-9.
24. Ceballos-Macías JJ, Pérez Negrón-Juárez R, Flores-Real JA, Vargas-Sánchez J, Ortega-Gutiérrez G, Madriz-Prado R, et al. *Rev. sanid. mil*. 2019;72:5-6.
25. Meyerhardt JA, Niedzwiecki D, Hollis D, Saltz LB, Mayer RJ, Nelson H, et al. Impact of body mass index and weight change after treatment on cancer recurrence and survival in patients with stage III colon cancer: findings from Cancer and Leukemia Group B 89803. *J Clin Oncol*. 2008; 26(25):4109-15.
26. Boer BC, de Graff F, Brusse-Keizer M. Skeletal muscle mass and quality as risk factors for postoperative outcome after open colon resection for cancer. *Int J Colorectal Dis*. 2016;31:1117-24.
27. Caan BJ, Meyerhardt JA, Kroenke CH, Alexeeff S, Xiao J, Weltzien E, et al. Explaining the obesity paradox: The association between body composition and colorectal cancer survival (C-SCANS study). *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2018; 26(7): 1008-15.
28. Rinninella E, Raoul P, Cintoni M, Franceschi F, Miggiano GAD, Gasbarrini A, et al. What is the Healthy Gut Microbiota Composition? A Changing Ecosystem across Age, Environment, Diet, and Diseases. *Microorganism*. 2019; 7(14): 1-22.

29. Francescangeli F, De Angelis ML, Zeuner A. Dietary Factors in the Control of Gut Homeostasis, Intestinal Stem Cells, and Colorectal Cancer. 2019; 11(2936): 1-25.
30. Cubiella J, Marzo-Castillejo M, Mascort-Roca JJ, Amador-Romero FJ, Bellas-Beceiro B, Clofent-Vilaplana J, et al. Guía de práctica clínica. Diagnóstico y prevención del cáncer colorrectal. Actualización 2018. Gastro Heo. 2018; 41(9): 585-96.
31. Horvat N, Tavares CC, Clemente B, Petrovska I, Gollub MJ. MRI of Rectal Cancer: Tumor Staging, Imaging Techniques, and Management. Radio-Graphics. 2019; 39:367-87.
32. Gress, D.M., Edge, S.B., Gershenwald, J.E. Principles of Cancer Staging. In: Amin, M.B., Edge, S.B., Greene, F.L., et al. (Eds.) AJCC Cancer Staging Manual. 8th Ed. New York: Springer; 2017: 3-30.
33. Weiser MR. AJCC 8th Edition: Colorectal Cancer. Ann Surg Oncol [Internet]. Abril 2018. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1245/s10434-018-6462-1>
34. Pellisé M, Díaz J, Balaguer F, Bustamante-Balén M, Herráiz M, Herreros de Tejada A, et al. Revisión técnica sobre endoscopia avanzada diagnóstica en pacientes con alto riesgo de cáncer colorrectal. Gastroenterol Hepatol. 2012; 35(4):278-92.
35. Hye Park S, Ok Oh S, Sil Park S, Jae Roh S, Su Han K, Kim B, et al. Characteristics of minute T1 colorectal cancer in relevance to pathology and treatment. Ann Surg Treat Res. 2020; 98(4):199-205.
36. Kandiah K, Subramaniam S, Bhandari P. Polypectomy and advanced endoscopic resection. Frontline Gastroenterol. 2017; 8(2): 110–4.
37. Garrett KA, Lee SW. Combined Endoscopic and Laparoscopic Surgery. Clin Colon Rectal Surg. 2015; 28(3): 140–5.
38. Eldkamp R, Kuhry E, Hop WC, Jeekel J, Kazemier G, Bonjer HJ, et al. Colon cancer Laparoscopic or Open Resection Study Group (COLOR). Laparoscopic surgery versus open surgery for colon cancer: Short-term outcomes of a randomized trial. Lancet Oncol. 2005; 6(7):477-84.
39. Jiménez Rodríguez RM, Díaz Pavón JM, De La Portilla de Juan F, Prendes Sillero E, Hisnard Cadet Dussort JM, Padillo J. Estudio prospectivo, aleatorizado: cirugía laparoscópica con asistencia robótica versus cirugía laparoscópica convencional en la resección del cáncer colorrectal. Cir Esp. 2011; 87(7):432-8.
40. Gerbaud F, Valverde A, Micelli Lupinacci R. Experience With Transitioning From Laparoscopic to Robotic Right Colectomy. JSLS. 2019; 23(4):1-9.
41. Simianu V, Gaertner WB, Kuntz K, Kwaan MR, Lowry AC, Madoff RD et al. Cost-effectiveness Evaluation of Laparoscopic Versus Robotic Minimally Invasive Colectomy. Ann Surg. 2020; 272(2):334-41.
42. Roig JV, Solana A, Alós R. Tratamiento quirúrgico y resultados del cáncer de colon. Cir Esp. 2003; 73(1):20-4.

43. Vázquez JM, Docobo F, Charlo T. Estado actual del tratamiento quirúrgico del cáncer colorrectal. *Cir Esp*. 2000; 68(2):150-6.
44. Martín Arevalo J, Moro-Valdezate D, García-Botello SA, Pla-Martí V, Garcés-Albir M, Pérez Santiago L, et al. Propensity score analysis of postoperative and oncological outcomes after surgical treatment for splenic flexure colon cancer. *Int J Colorectal Dis*. 2018; 33(9):1201–13.
45. Tao K, Liu X, Wei Chang W. Application of sigmoid colon anatomy to laparoscopic surgery. 2018; 21(8): 871-4.
46. Vergara-Fernández O, Salinas-Aragón LE, Camacho-Mauries D, Medina-Franco H. Surgical treatment of rectal cancer. *Rev Gastroenterol Mex*. 2010;75(3):315-23.
47. Molina JL, Flor-Lorente B, Frasson M, García-Botello S, Esclapez P, Espí A, et al. Low rectal cancer: abdominoperineal resection or low Hartmann resection? A postoperative outcome analysis. *Dis Colon Rectum*. 2011;54(8):958-62.
48. Tejedor P, Ortega-López M, León-Arellano M, Guadalajara H, García-Olmo D, Pastor C. Detalles técnicos en el TaTME laparoscópico para el cáncer de recto medio-bajo. *Cirugía Andaluza*. 2018; 29(4): 552-4.
49. Soler L, Delingette H, Malandain G. An automatic virtual patient reconstruction from CT-scans for hepatic surgical planning. *Stud Health Technol Inform*. 2000; 70:316–22.
50. Wu C, Ye K, Kang W. Variations in right colic vascular anatomy observed during laparoscopic right colectomy. *World J Surg Oncol*. 2019;17(16):1-32.
51. Motta GA, Zagaceta CB. Variantes Anatómicas Vasculares (VAV) incidentales demostradas por TC multidetectores (TCMD) toraco abdomino pélvica. *Anal Rad Mex*. 2007;4:297-312.
52. Sahnán K, Adegbola SO, Tozer PJ, Gupta A, Baldwin-Cleland R, Yassin N, et al. Improving the understanding of perianal Crohn fistula through 3D modeling. *Ann Surg* 2017; 267:105–7.
53. Luzon JA, Andersen BT, Stimec BV, Fasel J, Bakka AO, Kazarya AM et al. Implementation of 3D printed superior mesenteric vascular models for surgical planning and/or navigation in right colectomy with extended D3 mesenterectomy: comparison of virtual and physical models to the anatomy found at surgery. *Surg Endosc*. 2019 Feb;33(2):567-75.
54. Duan H, Liu P, Chen C, Chen L, Li P, Li W et al. Reconstruction of three-dimensional vascular models for lymphadenectomy before surgery. *Minim Invasive Ther Allied Technol*. 2020;29(1):42-8.
55. Witowski JS, Coles-Black J, Zbigniew Zuzak T, P dziwiatr M, Chuen J, Major P et al. 3D Printing in Liver Surgery: A Systematic Review. *Telemed J E Health*. 2017;23(12):943-7.
56. Emile SH, Wexner SD. Systematic review of the applications of three dimensional printing in colorectal surgery. *Colorectal Dis*. 2019; 21(3):261-9.
57. Khashab MA, Pickhardt PJ, Kim DH, Rex DK. Colorectal anatomy in adults at computed tomography colonography: normal distribution and the effect of age, sex, and body mass index. *Endoscopy*. 2009; 41:674-8.

58. Bourgouin S, Bége T, Lalonde N, Mancini J, Masson C, Chaumoitre K, et al. Three-dimensional determination of variability in colon anatomy: applications for numerical modeling of the intestine. *J Surg Res.* 2012; 178:172-80.
59. Nesgaard JM, Stimec BV, Bakka AO, Edwin B, Ignjatovic D. Navigating the mesentery. A comparative pre and per-operative visualization of the vascular anatomy. *Colorectal Dis.* 2015; 17:810-8.
60. Patel JD, Chang KJ. The role of virtual colonoscopy in colorectal screening. *Clin Imaging.* 2016;40(2):315-20.
61. Rooijen S, Carli F, Dalton SO, Johansen C, Dieleman J, Roumen R et al. Preoperative modifiable risk factors in colorectal surgery: an observational cohort study identifying the possible value of prehabilitation. *Acta Oncologica.* 2017; 56(2): 329-34.
62. Zarnescu Vasiliu EC, Zarnescu NO, Costea R, Neagu S. Review of Risk Factors for Anastomotic Leakage in Colorectal Surgery. *Chirurgia (Bucur).* 2015;110(4):319-26.
63. Tong L, Xie D, Song X, Wu X, Wen S, Liu A. Is abdominal vascular calcification score valuable in predicting the occurrence of colorectal anastomotic leakage? A meta-analysis. *Int J Colorectal Dis.* 2020;35(4):641-53.
64. Delgado Gomis F, Blanes Masson F, Gómez Abril S, Richart Aznar J, Trullenque Juan R. Complicaciones de la cirugía laparoscópica. *Cir Esp.* 2001; 69:330-6.
65. Cedillo Alemán EJ, Zapata Martínez MA, Ríos Cantú AA. Control laparoscópico de lesión vascular advertida por aguja de Veress durante colecistectomía. Reporte de un caso y revisión de la literatura. *Cir End.* 2013; 14(2):82-6.
66. Molloy D, Kaloo PD, Cooper M, Nguyen TV. Laparoscopic entry: a literature review and analysis of techniques and complications of primary port entry. *Aust NZJ Obstet Gynaecol.* 2002;42: 246-54.
67. Merlin TL, Hiller JE, Maddern GJ, Jamieson GG, Brown AR, Kolbe A. Systematic review of the safety and effectiveness of methods used to establish pneumoperitoneum in laparoscopic surgery. *Br J Surg.* 2003; 90: 668-79.
68. Park EY, Kwon JY, Kim KJ. Carbon dioxide embolism during laparoscopic surgery. *Yonsei Med J.* 2012;53:459-66.
69. Chadi SA, Fingerhut A, Berho M, DeMeester SR, Fleshman JW, Hyman NH, et al. Emerging trends in the etiology, prevention, and treatment of gastrointestinal anastomotic leakage. *J Gastrointest Surg.* 2016; 20: 2035-51.
70. Campos Campos SF, Ureña Álvarez JA, Fuentes Orozco C, Barbosa Camacho FJ, Barrera López FJ, Brickelia Jiménez Ley V, et al. Dehiscencia de anastomosis gastrointestinal. Qué hacer y qué no hacer. *Cir Gen.* 2019; 41 (4): 243-55.
71. Sancho-Muriel J, Frasson M, Hervá D, Flor-Lorente B, Ramos Rodríguez JL, Romero Simó M, et al. Standard Outcome Indicators After Colon Cancer Re-section. Creation of a Nomogram for Autoevaluation. *Cir Esp.* 2017;95(1):30-7.

72. ANACARE. Registro Nacional sobre fugas en Anastomosis tras cirugía de Cáncer de Recto. Disponible en: [https://www.aecirujanos.es/files/miniwebs/menus/81/documentos/ANACARE\\_PROTOCOLO.pdf](https://www.aecirujanos.es/files/miniwebs/menus/81/documentos/ANACARE_PROTOCOLO.pdf)
73. Reynolds IS, O'Connell E, Fichtner M, McNamara DA, Kay EW. Mucinous adenocarcinoma of the colon and rectum: a genomic analysis. *J Surg Oncol*. 2019;120(8):1427-35.
74. Zhi-Ping L, Xin-Yi L, Xiao-Ming K, Yi-Tian Ch, Si-Qi H, Meng-Xi H, Et al. Clinicopathological characteristics and prognosis of colorectal mucinous adenocarcinoma and nonmucinous adenocarcinoma: a surveillance, epidemiology, and end results (SEER) population-based study. 2020; 8 (5):205.
75. Park SH, Ok Oh S, Hwan Oh J. Characteristics of minute T1 colorectal cancer in relevance to pathology and treatment. *Ann Surg Treat Res*. 2020; 98(4): 199–205.
76. OMS: Organización mundial de la salud [Internet]: Última actualización 8 de Junio de 2020. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>.
77. Medrano MJ, Cerrato E, Boixa R, Delgado-Rodríguez M. Factores de riesgo cardiovascular en la población española: metaanálisis de estudios transversales. *Med Clin*. 2005;124(16):606-12.
78. OMS: Organización Mundial de la Salud [Internet]. Última actualización 1 abril de 2020. Disponible en: [https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood\\_what/es/](https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_what/es/)
79. Cappellini MD, Musallam KM, Taher AT. Iron deficiency anaemia revisited. *J Intern Med*, 2020, 287; 153–70.
80. Cid Conde L, Fernández López T, Neira Blanco P, Arias Delgado J, Varela Correa JJ, Gómez Lorenzo FF. Hyponutrition prevalence among patients with digestive neoplasm before surgery. *Nutr Hosp*. 2008;23(1):46-53.
81. De Nardi P, Elmore U, Maggi G, Maggiore R, Boni L, Cassinotti E, et al. Intraoperative angiography with indocyanine green to assess anastomosis perfusion in patients undergoing laparoscopic colorectal resection: results of a multicenter randomized controlled trial. *Surg Endosc*. 2020;34(1):53-60.
82. Cheng H, Po-Han Chen B, Soleas IM, Ferko NC, Cameron CG, Hinoul P. Prolonged Operative Duration Increases Risk of Surgical Site Infections: A Systematic Review. *Surg Infect*. 017;18(6):722-35.
83. Soo Kim J, Hur H, Soh Min B, Young Lee K, Cheol Chung H, Kyu Kim N, et al. Inflammatory and tumor stimulating responses after laparoscopic sigmoidectomy. *Yonsei Med J*. 2011;52(4):635-42.
84. Alaker M, Wynn G, Arulampalam T. Virtual reality training in laparoscopic surgery: A systematic review & meta-analysis. *Int J Surg*. 2016;29:85-94.
85. Guerriero L, Quero G, Diana M, Soler L, Agnus V, Marescaux J, et al. Virtual Reality Exploration and Planning for Precision Colorectal Surgery. *Dis Colon Rectum*. 2018;61(6):719-23



# TRABAJOS DEL DOCTORANDO



## TRABAJOS DEL DOCTORANDO

### PUBLICACIONES EN REVISTAS

**Pérez-Serrano N**, Fernando Trebolle J, Sánchez Margallo FM, Blanco Ramos JR, García Tejero A, Aguas Blasco S. Digital 3-Dimensional virtual models in colorectal cancer and its application in surgical practice. Surg Innov. 2020;27(2):246-247.

### PUBLICACIONES EN CONGRESOS

J Fernando Trebolle, **NPérez Serrano**, P Menal Muñoz, R Ferrer Sotelo, J Escartín Valderrama, J García Egea, P Palacios Gasós, B Cros Montalbán, C Yáñez Benítez, A Navarro Barles, M Valero Sabater, S Borlán Ansón, FM Sánchez Margallo, JL Blas Laína. Desarrollo de modelos de reconstrucción radiológica 3D del colon como herramienta de planificación quirúrgica. Comunicación Vídeo. XXX Reunión de la Sociedad Aragonesa de Cirugía. Huesca. 27 de Octubre de 2018.

**NPérez Serrano**, J Fernando Trebolle, FM Sánchez Margallo, JR Blanco Ramos, B Romero Fernández, I Fernández Marzo, S Aguas Blasco. Imagen tridimensional de la patología oncológica del colon y su aplicabilidad en la práctica quirúrgica. Comunicación Póster. XXIII Reunión Nacional de la Fundación Asociación Española de Coloproctología. Valladolid. 15, 16 y 17 de Mayo de 2019.

**N Pérez Serrano**, J Fernando Trebolle, JR Blanco Ramos, FM Sánchez Margallo, S Aguas Blasco, A Herrero Fabregat, B Romero Fernández, I Fernández Marzo. Planificación quirúrgica mediante localización tumoral en modelos 3D como herramienta para mejorar la seguridad en cirugía colorrectal mínimamente invasiva. Comunicación Vídeo. XXVI Reunión de la Asociación de Cirujanos del Norte. Logroño. 31 de Mayo de 2019.

**N Pérez Serrano**, J Fernando Trebolle, S Aguas Blasco, A Herrero Frabegat, I Fernández Marzo, B Romero Fernández. UNITOMÍA. Plataforma virtual para el estudio y aplicación clínica de la anatomía tridimensional. Comunicación Póster. XXVI Reunión de la Asociación de Cirujanos del Norte. Logroño. 31 de Mayo de 2019. Premio a la mejor comunicación.

Fernando Trebolle J, **Pérez Serrano N**, Sánchez Margallo FM, Navarro Barles A, Ferrer Sotelo R, Escartín Valderrama J, García Egea J, Palacios Gasós P, Cros Montalbán B, Yáñez Benítez C, Valero Sabater M, Borlán Ansón S, Menal Muñoz P, Sánchez Hurtado MA, Blasco Satué A, Rodríguez Borobia A, García Calleja JL, García García A, Gonzalvo González E, Usón Gargallo J, Blas Laína JL. Augmented reality technology applied to surgical planning in colorectal surgery. Comunicación Póster. 27th International Congress of the European Association for Endoscopic Surgery. Sevilla. 12, 13 y 14 de Junio de 2019.

**Pérez Serrano N**, Fernando Trebolle J, Sánchez Margallo FM, Blanco Ramos JR, Romero Fernández B, Fernández Marzo I, Aguas Blasco S. Digital 3-dimensional virtual model of the colorectal CT scan imagen of patients with colorectal cáncer and its application in surgical practice. Comunicación Póster. 27th International Congress of the European Association for Endoscopic Surgery. Sevilla. 12, 13 y 14 de Junio de 2019.

Fernando Trebolle J, **Pérez Serrano N**, Menal Muñoz P, García Egea J, Cros Montalbán B, Yáñez Benítez C, Talal El-Abur I, Nogués Pevidal A, Valero Sabater M, Ferrer Sotelo R, Escartín Valderrama J, Gonzalvo González E, García Calleja JL, García García A, Blas Laína JL, Rodríguez Borobia A, Blasco Satué A, Sánchez Margallo FM. Cirugía oncológica colorrectal apoyada con imagen de realidad aumentada. Comunicación Vídeo. XXXI Reunión de la Sociedad Aragonesa de Cirugía. Teruel. 25 y 26 de Octubre de 2019. Premio a la mejor comunicación.

J Fernando Trebolle, **N Pérez Serrano**, FM Sánchez Margallo, P Menal Muñoz, J García Egea, B Cros Montalbán, R Ferrer Sotelo, JL Blas Laína. Realidad aumentada como herramienta de planificación quirúrgica en patología oncológica colorrectal. Comunicación Oral. XXII Reunión Nacional de Cirugía. Santander. 6, 7 y 8 de Noviembre de 2019.

J Fernando Trebolle, **N Pérez Serrano**, P Menal Muñoz, JL Blas Laína, JD Escolar Castellón, FM Sánchez Margallo, VE García Martínez, J Usón Gargallo. Imagen 3D a partir de reconstrucción radiológica. Cómo hemos evolucionado para su aplicación en cirugía colorrectal. Comunicación oral. 25 Congreso de la Sociedad Española de Investigaciones Quirúrgicas. Barcelona. 12 y 13 de Diciembre de 2019.

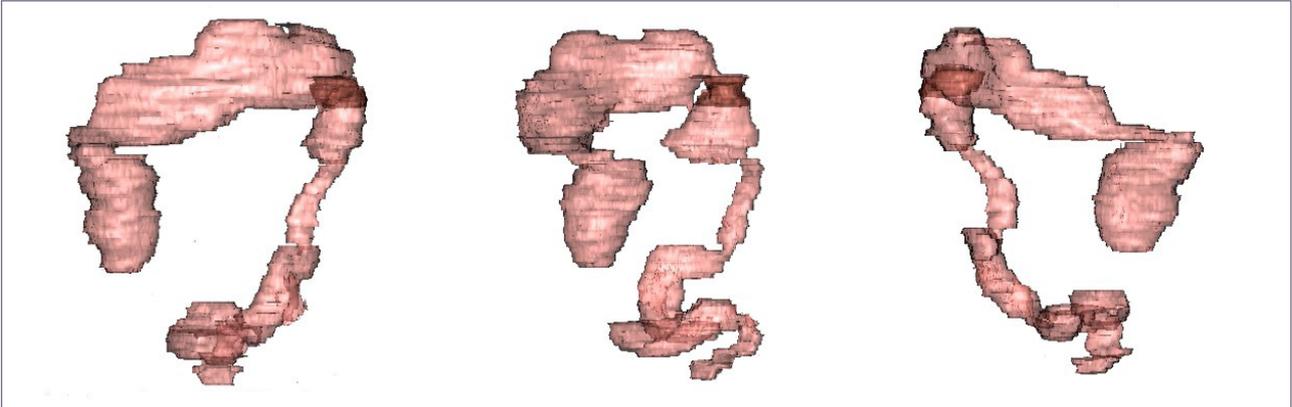
**N Pérez Serrano**, J Fernando Trebolle, FM Sánchez Margallo, JR Blanco Ramos, S Aguas Blasco, A García Tejero, B Romero Fernández, C García Fernández, S Andrés Pérez. Planificación quirúrgica individualizada mediante modelos 3D en cirugía rectal. Reconstrucción tumoral y de referencias anatómicas clave para el procedimiento quirúrgico. Jornadas de otoño AACP LIVE de la Asociación Española de Coloproctología. 29 y 30 de Septiembre y 1 de Octubre de 2020.

**N Pérez-Serrano**, J Fernando Trebolle, JR Blanco-Ramos, FM Sánchez Margallo, S Aguas Blasco, A García Tejero. Aplicación de modelos 3D como planificación quirúrgica en cirugía colorrectal. Comunicación oral. 33 Congreso Nacional Virtual de Cirugía. 11, 12, 13 y 14 de Noviembre de 2020.

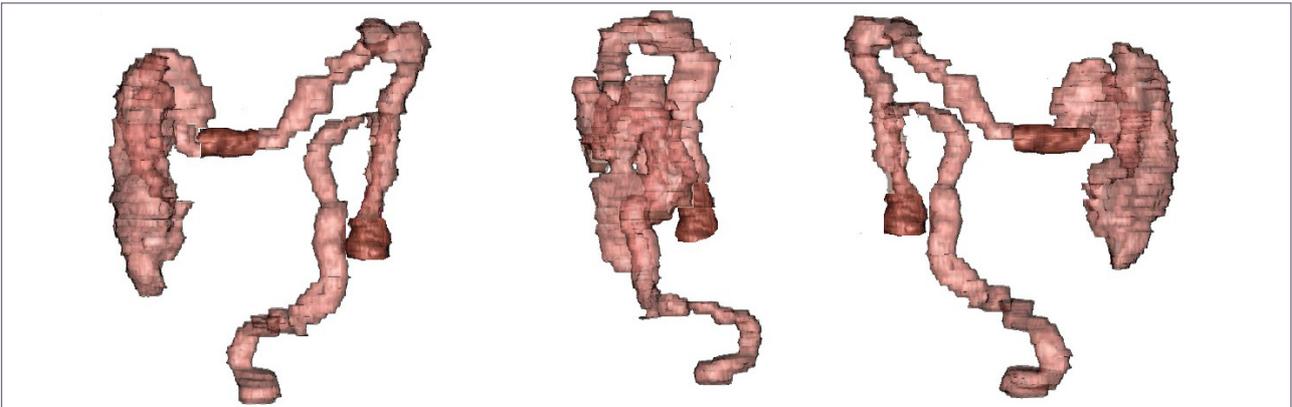


# ANEXO

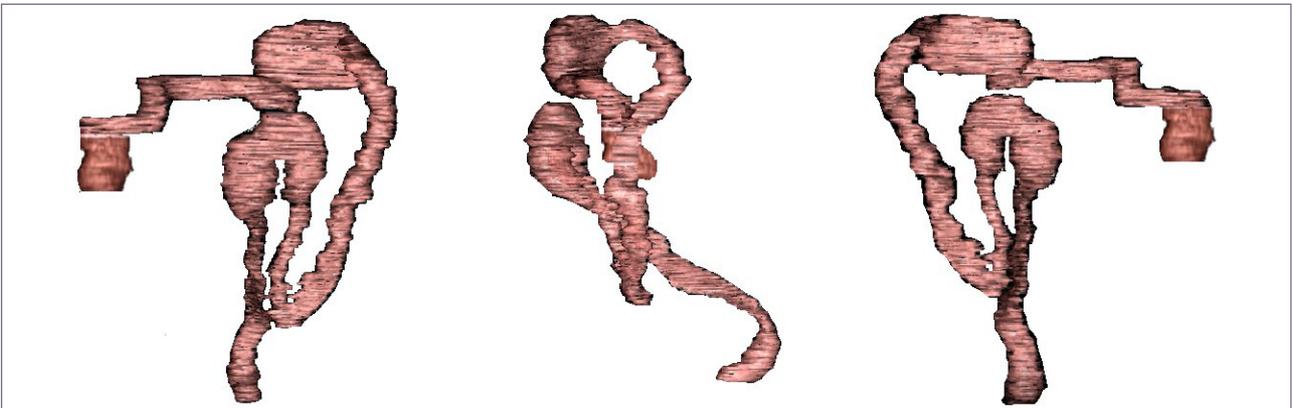




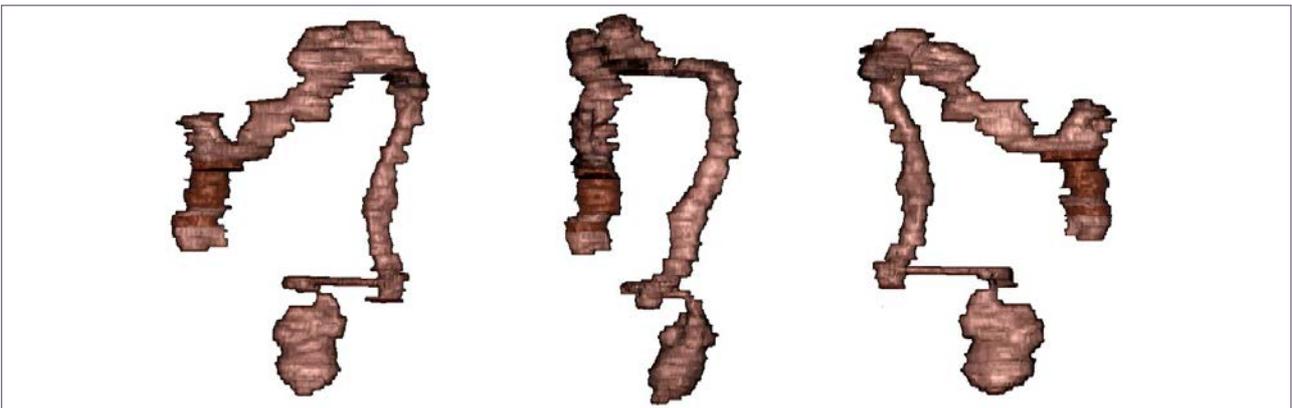
CASO 1: Proyección anterior, lateral y posterior



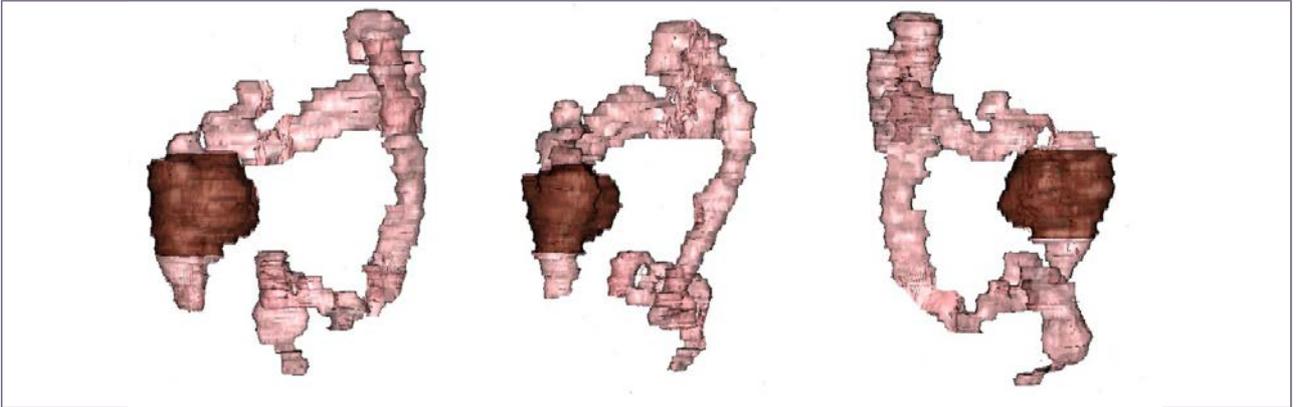
CASO 2: Proyección anterior, lateral y posterior



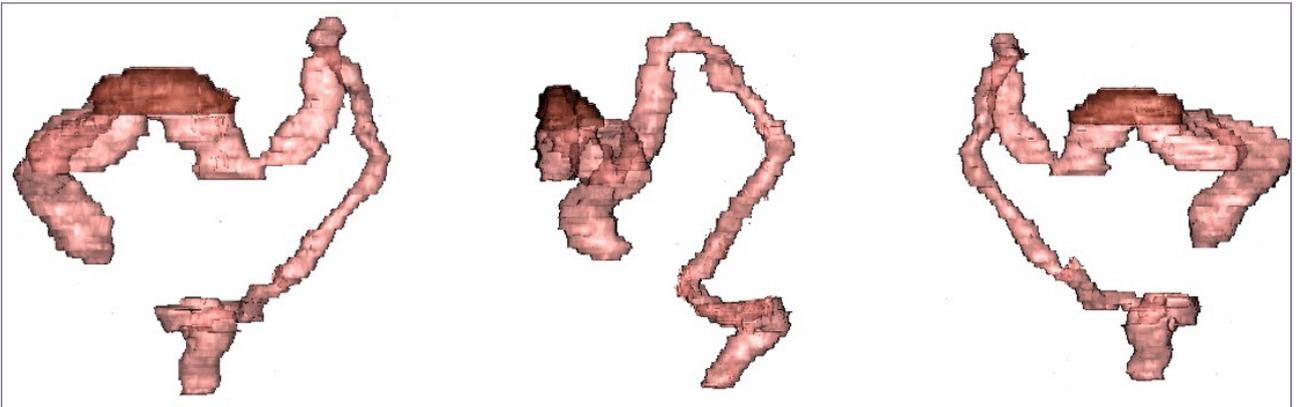
CASO 3: Proyección anterior, lateral y posterior



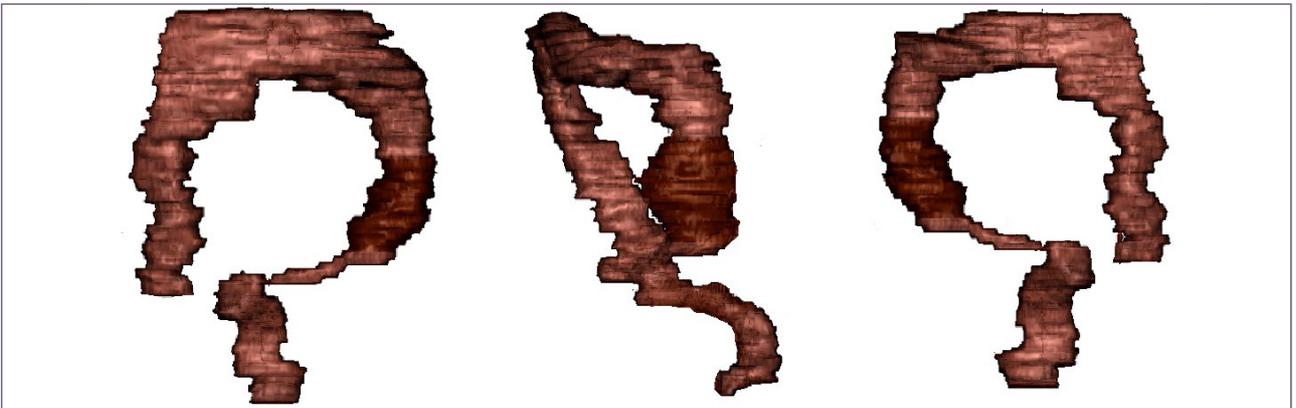
CASO 4 : Proyección anterior, lateral y posterior



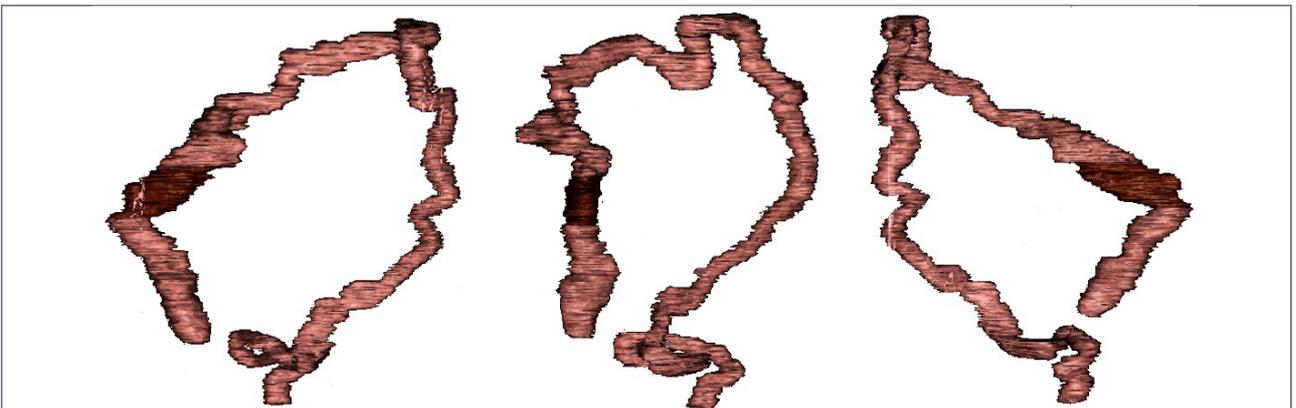
CASO 5: Proyección anterior, lateral y posterior



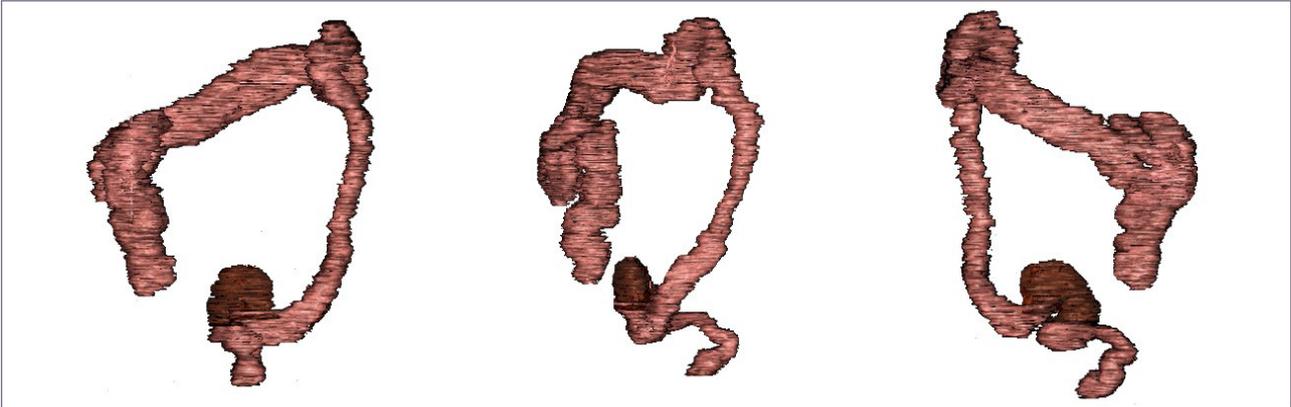
CASO 6: Proyección anterior, lateral y posterior



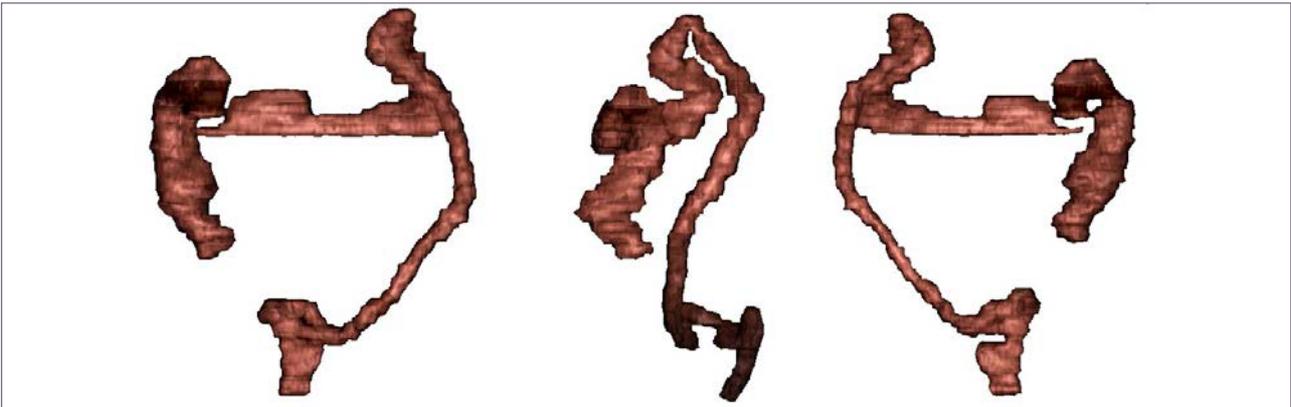
CASO 7: Proyección anterior, lateral y posterior



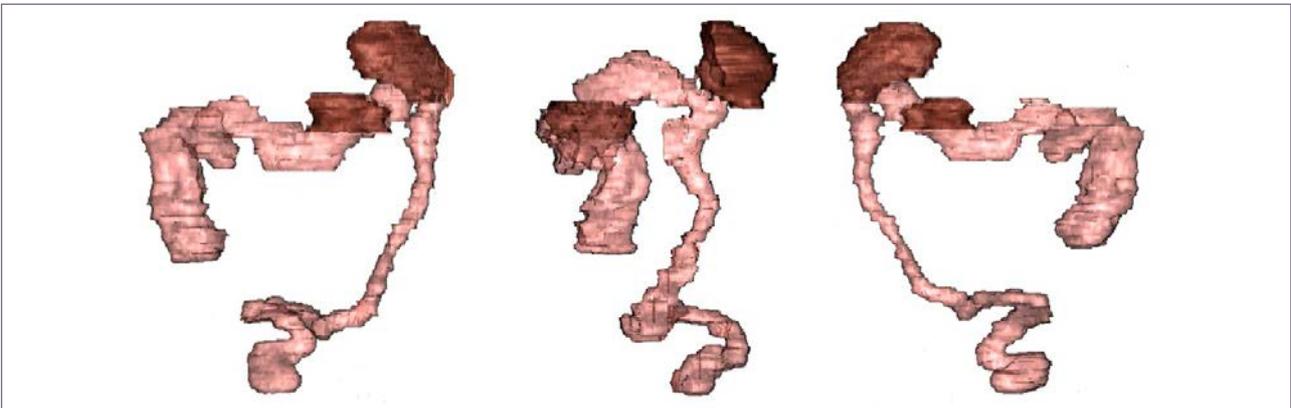
CASO 8: Proyección anterior, lateral y posterior



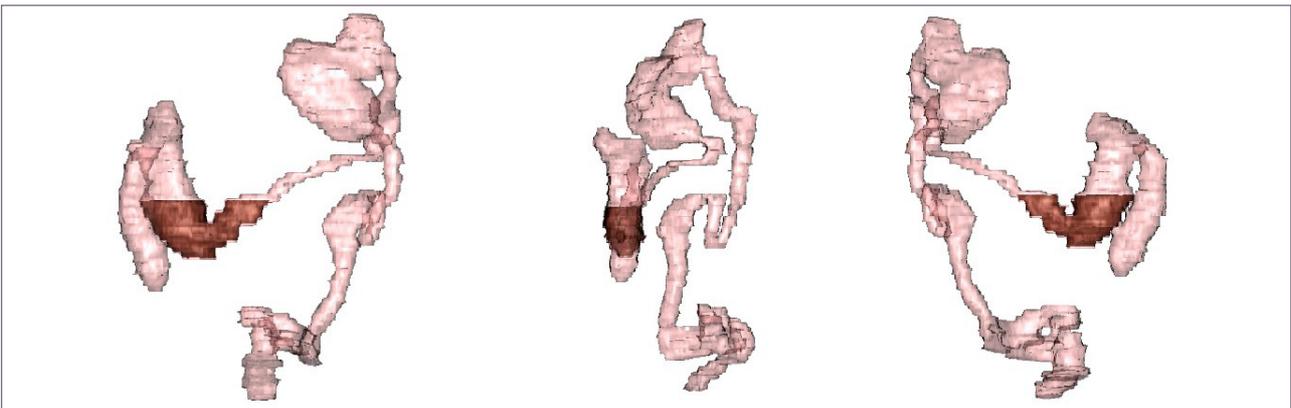
CASO 9: Proyección anterior, lateral y posterior



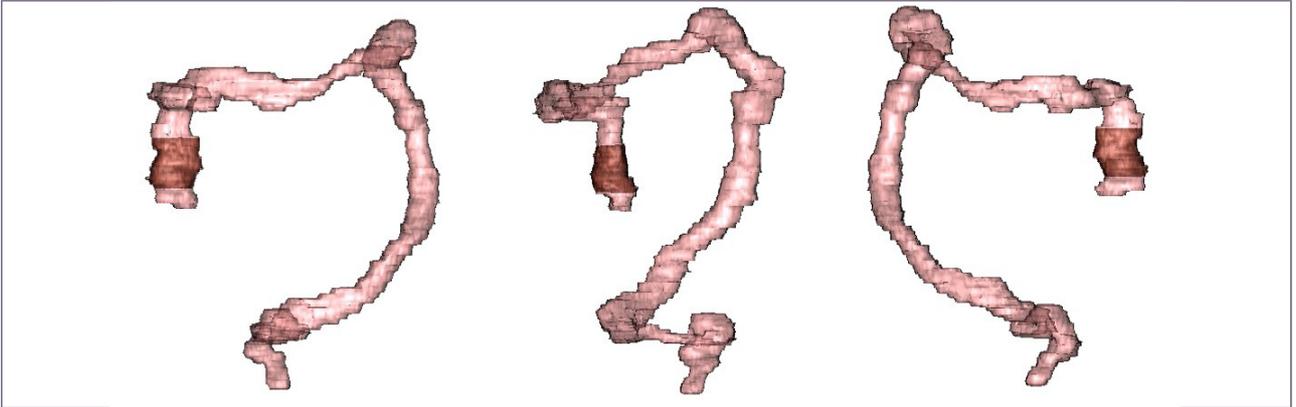
CASO 10: Proyección anterior, lateral y posterior



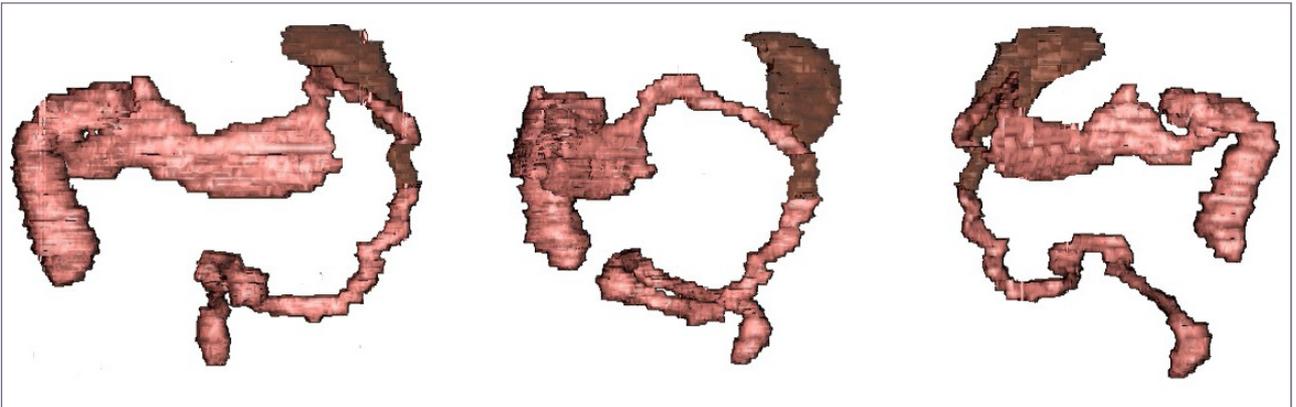
CASO 11: Proyección anterior, lateral y posterior



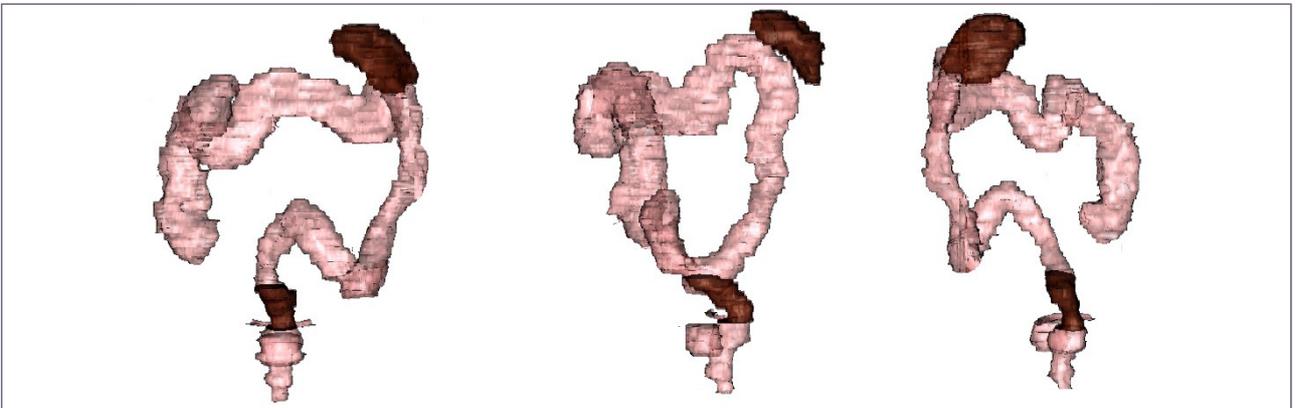
CASO 12: Proyección anterior, lateral y posterior



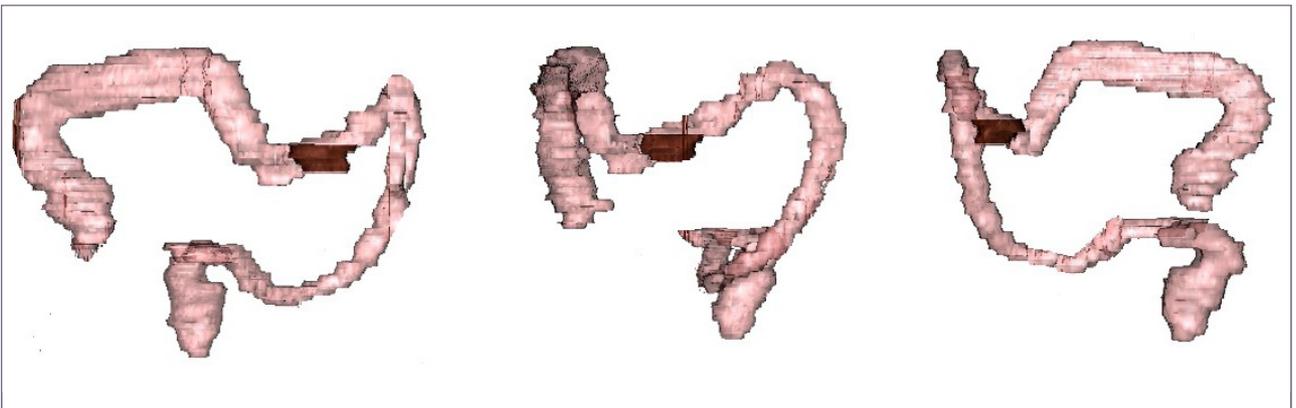
CASO 13: Proyección anterior, lateral y posterior



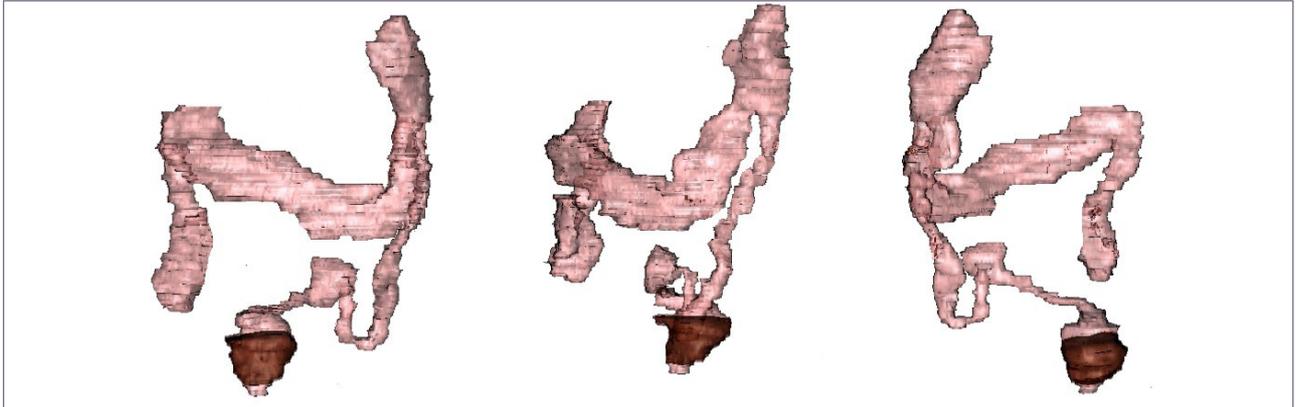
CASO 14: Proyección anterior, lateral y posterior



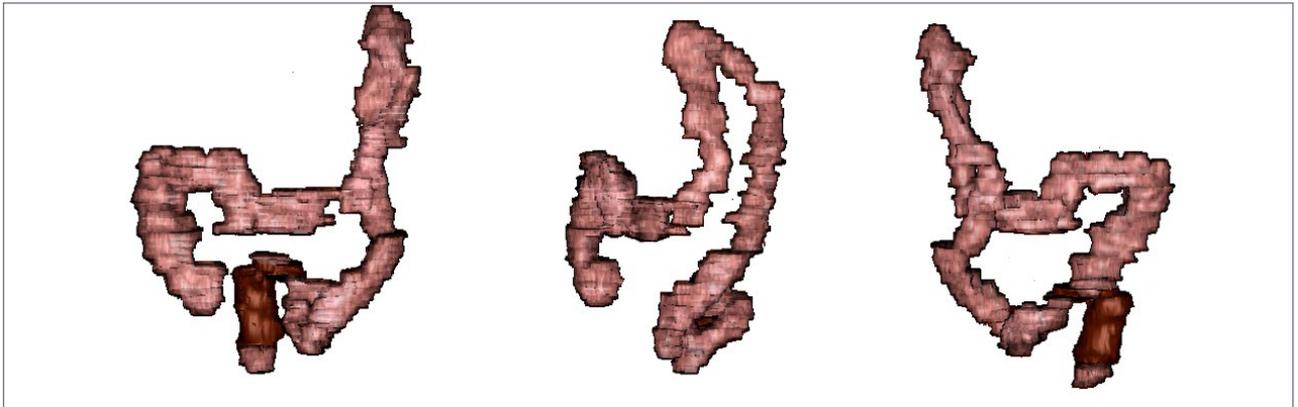
CASO 15: Proyección anterior, lateral y posterior



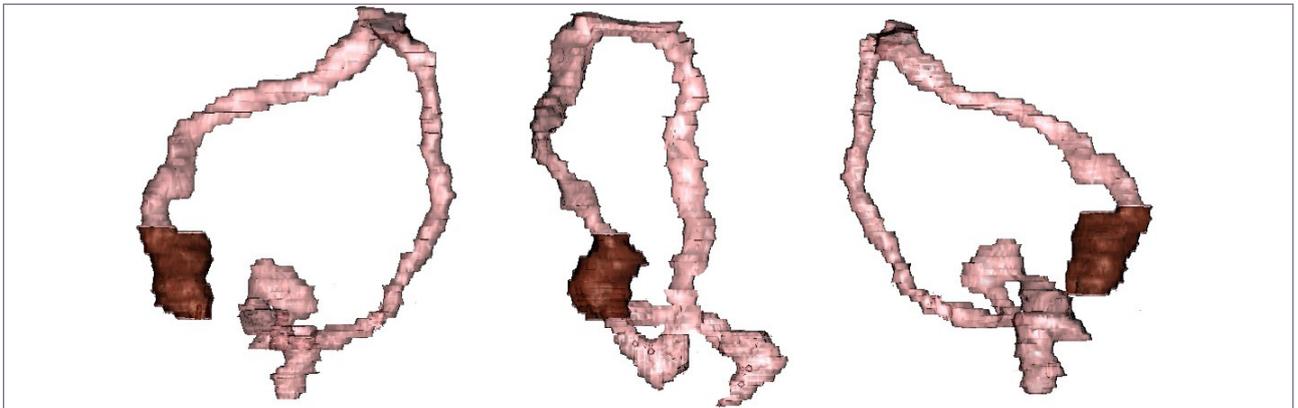
CASO 16: Proyección anterior, lateral y posterior



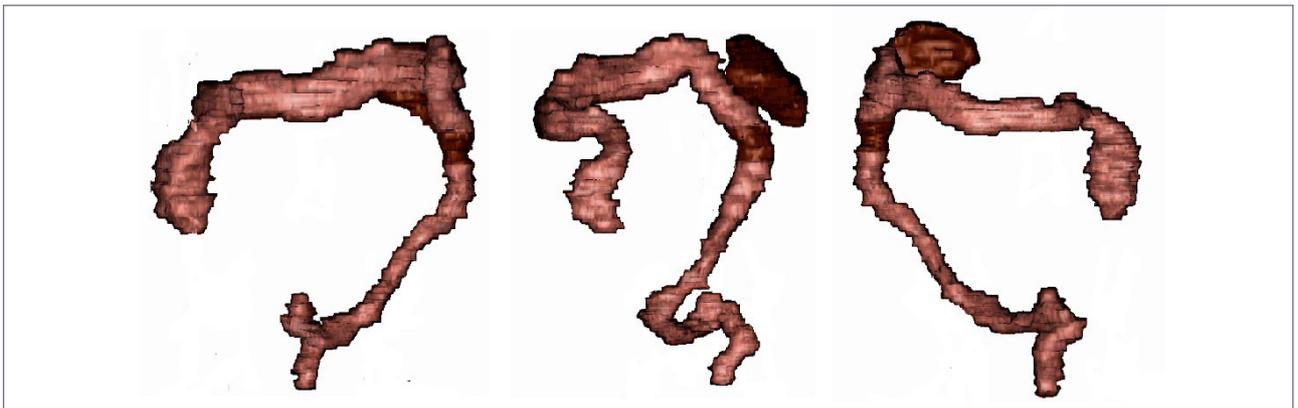
CASO 17: Proyección anterior, lateral y posterior



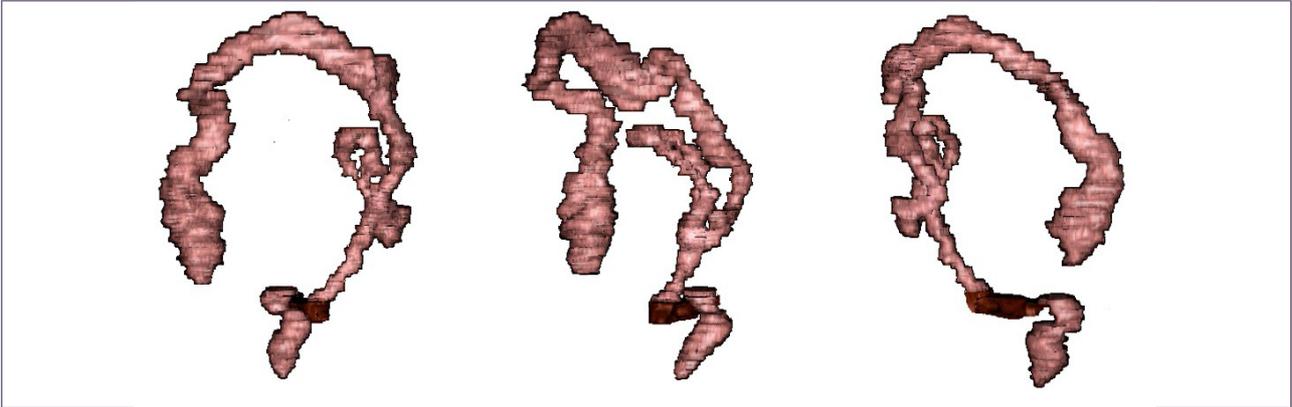
CASO 18: Proyección anterior, lateral y posterior



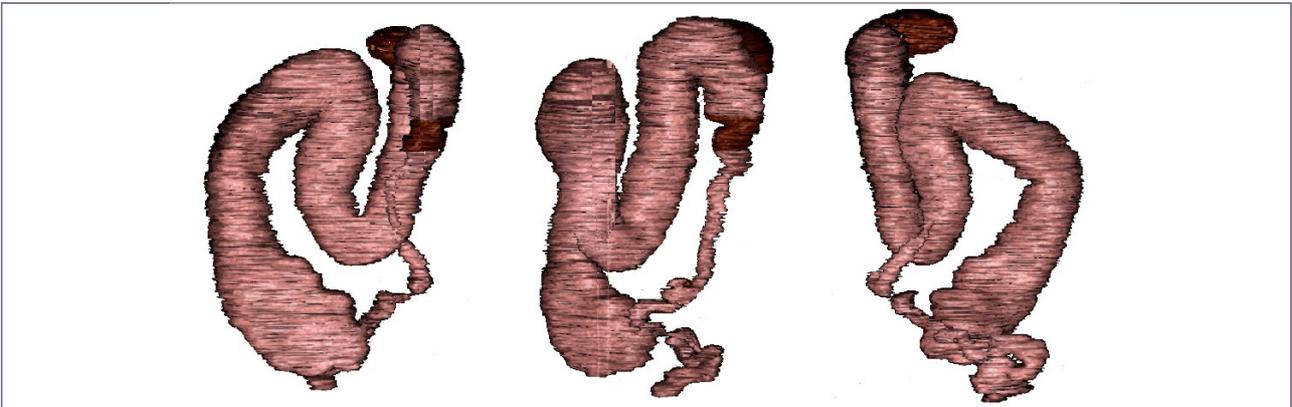
CASO 19: Proyección anterior, lateral y posterior



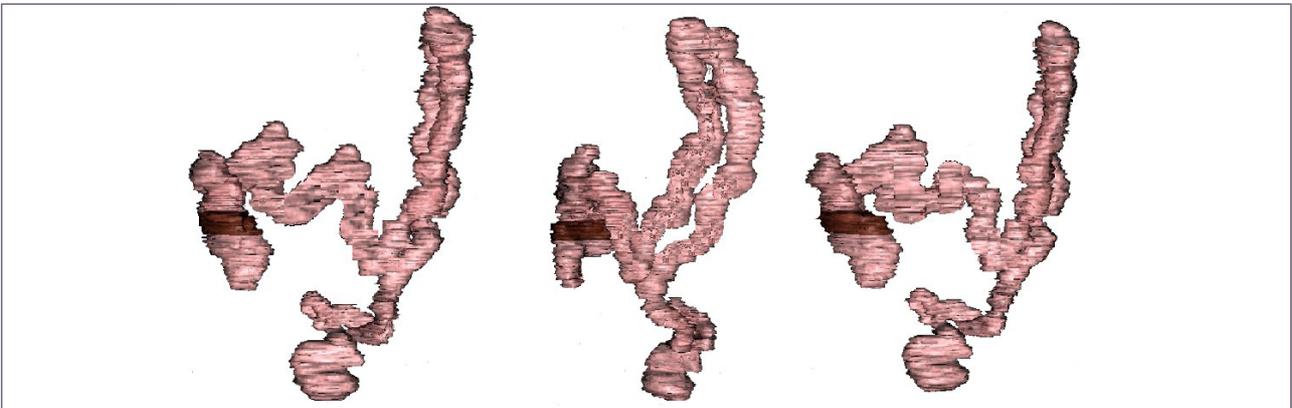
CASO 20: Proyección anterior, lateral y posterior



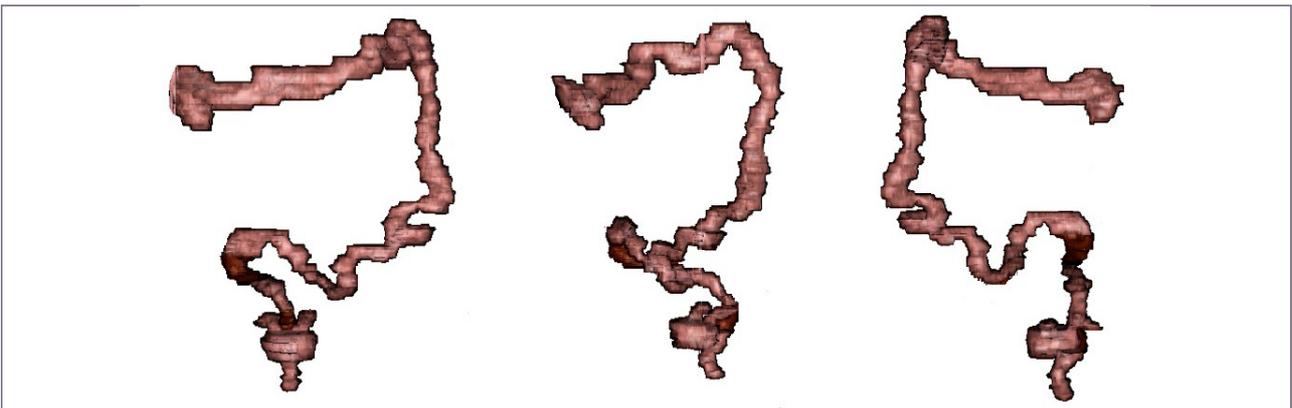
CASO 21: Proyección anterior, lateral y posterior



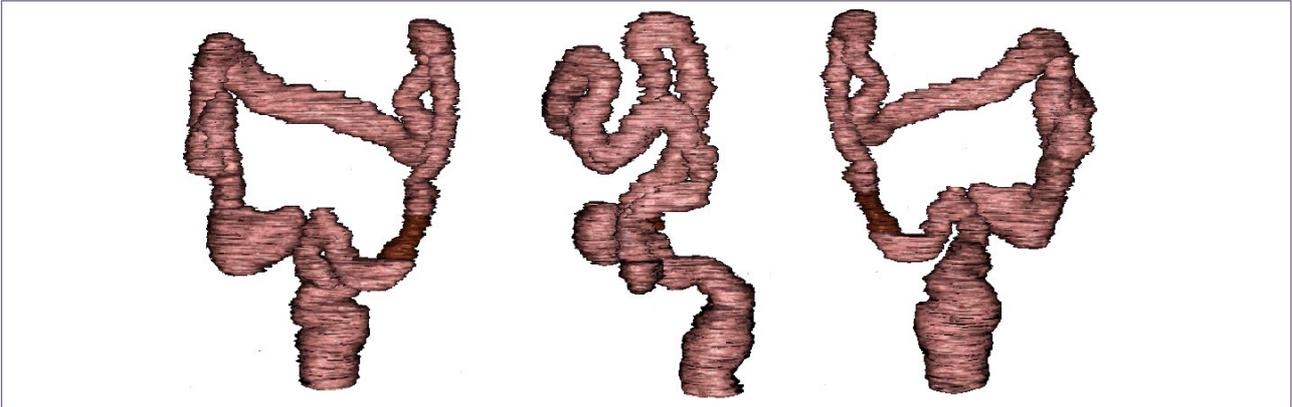
CASO 22: Proyección anterior, lateral y posterior



CASO 23: Proyección anterior, lateral y posterior



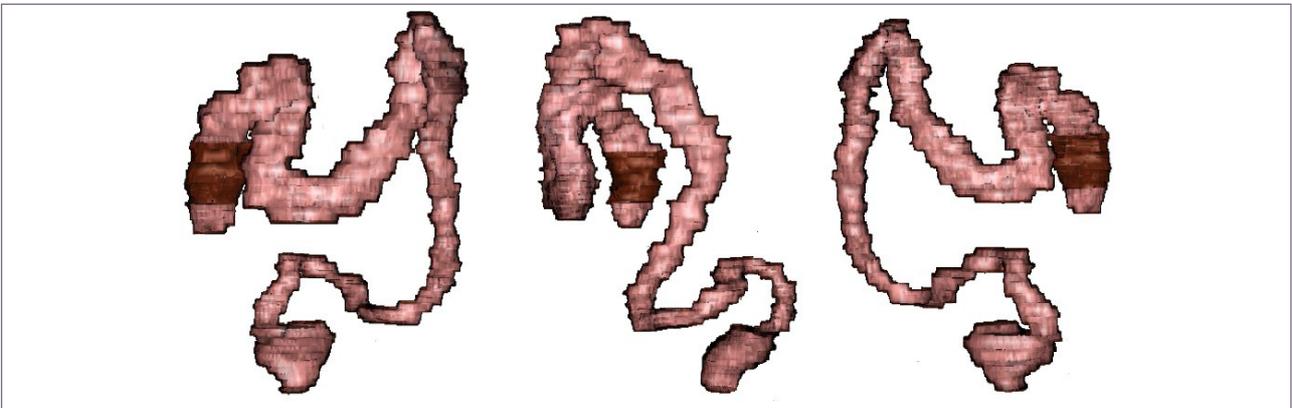
CASO 24: Proyección anterior, lateral y posterior



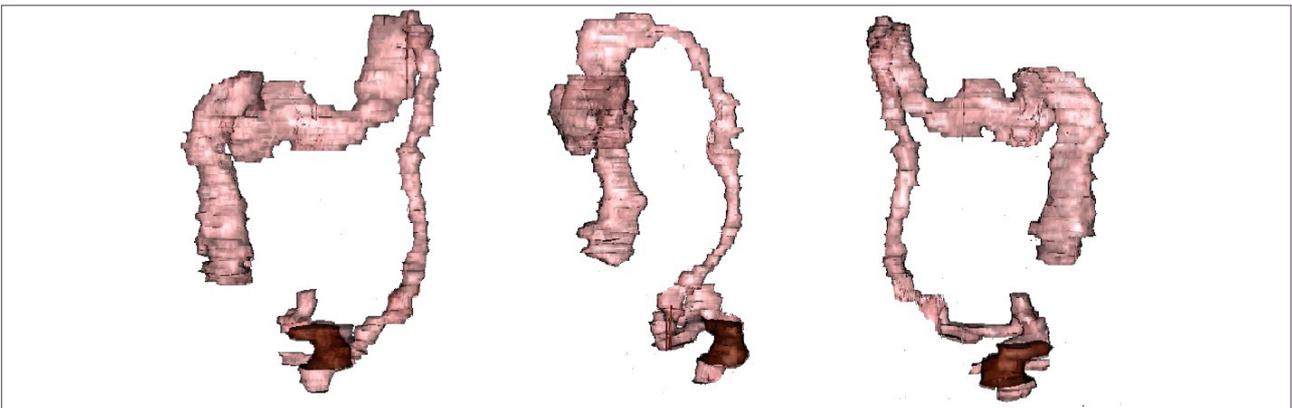
CASO 25: Proyección anterior, lateral y posterior



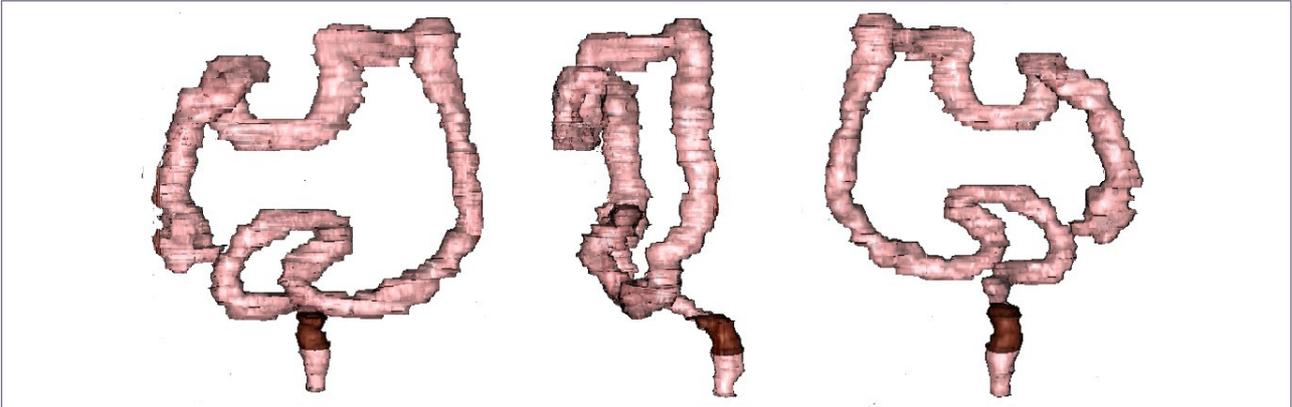
CASO 26: Proyección anterior, lateral y posterior



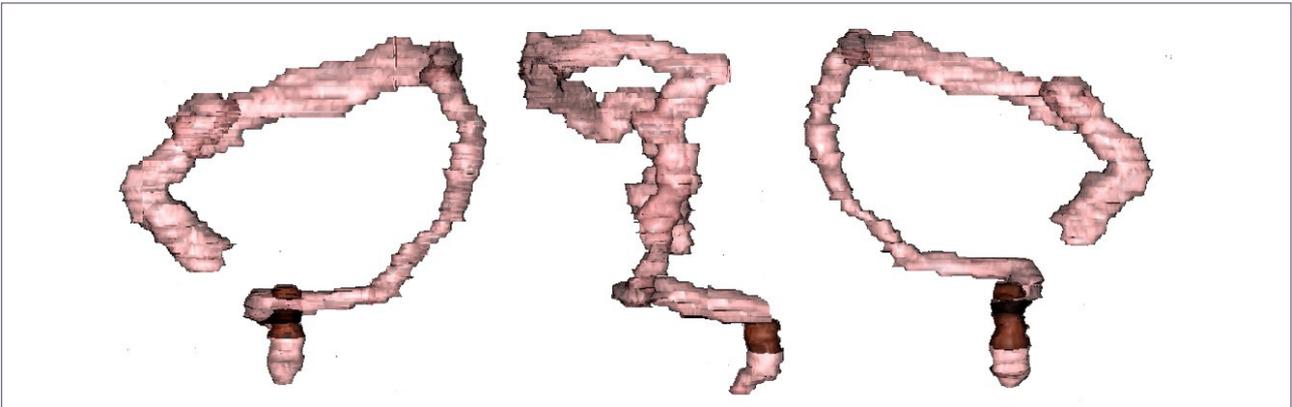
CASO 27: Proyección anterior, lateral y posterior



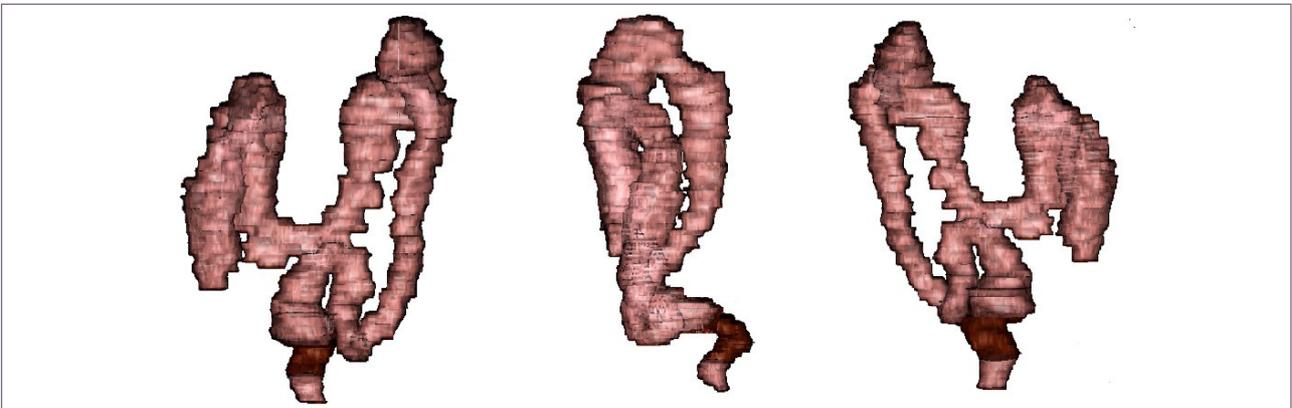
CASO 28: Proyección anterior, lateral y posterior



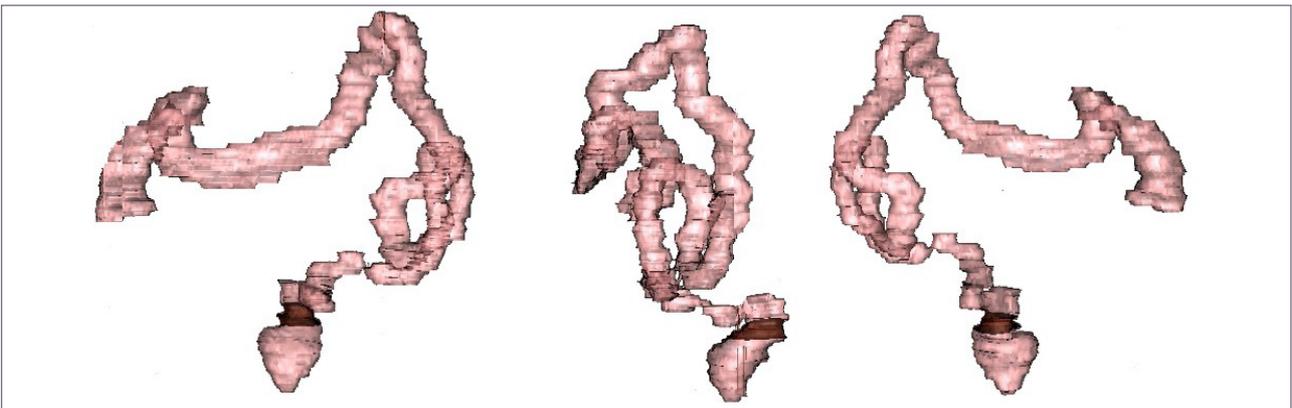
CASO 29: Proyección anterior, lateral y posterior



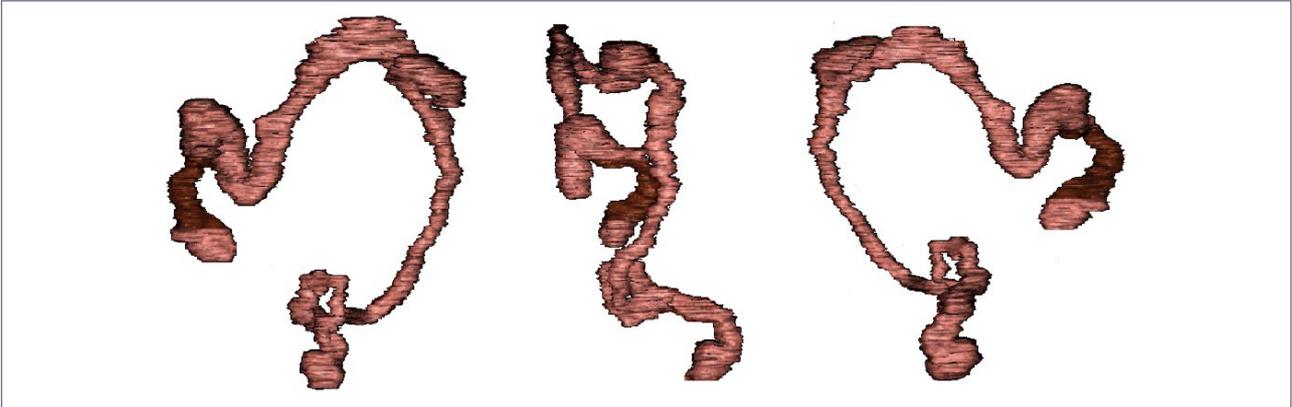
CASO 30: Proyección anterior, lateral y posterior



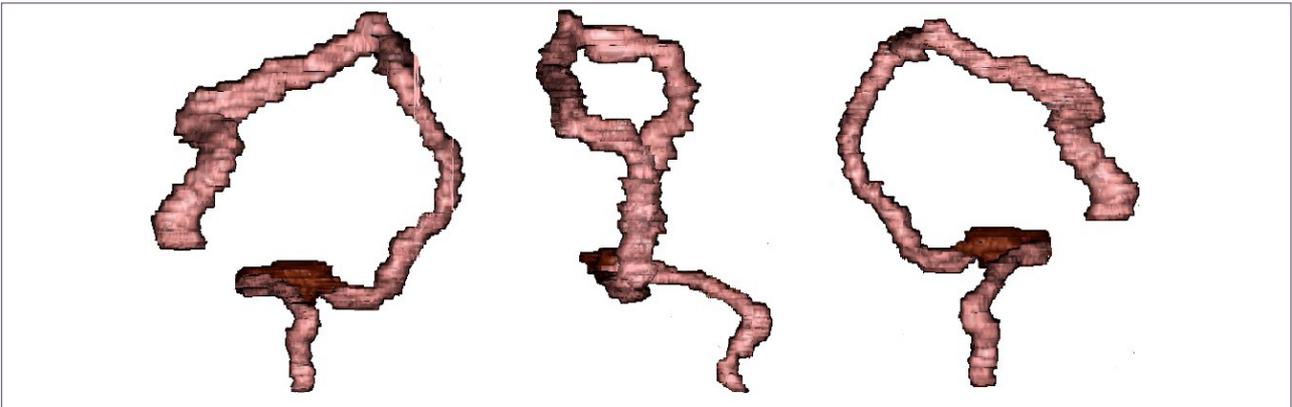
CASO 31: Proyección anterior, lateral y posterior



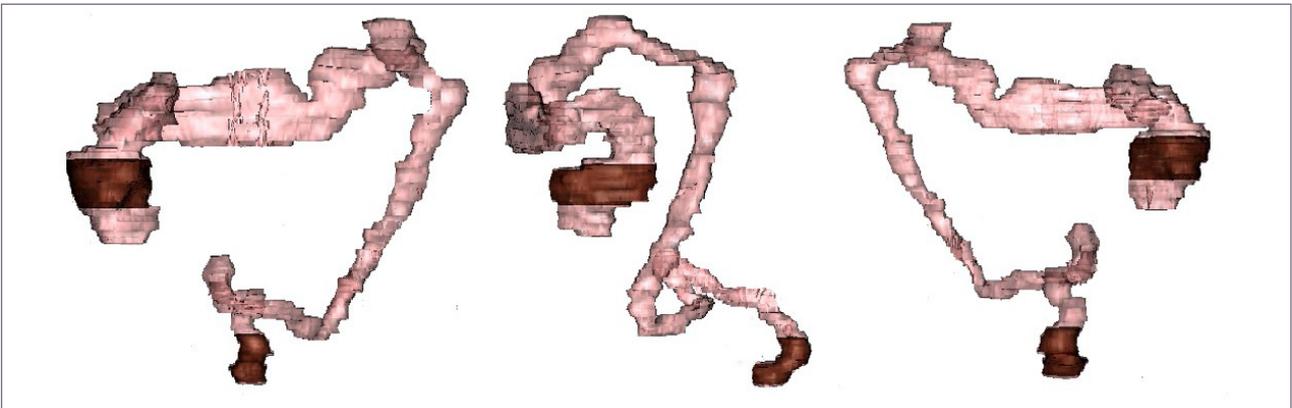
CASO 32: Proyección anterior, lateral y posterior



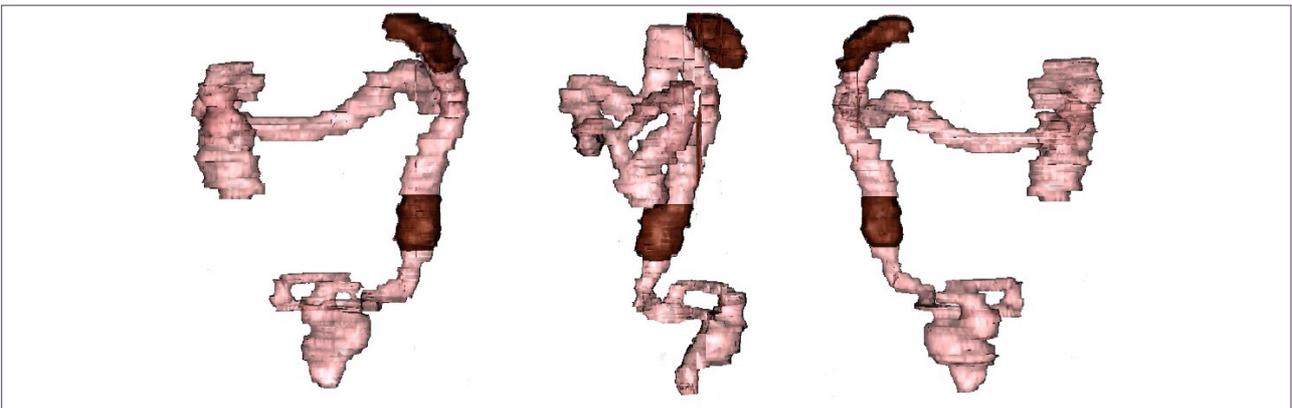
CASO 33: Proyección anterior, lateral y posterior



CASO 34: Proyección anterior, lateral y posterior



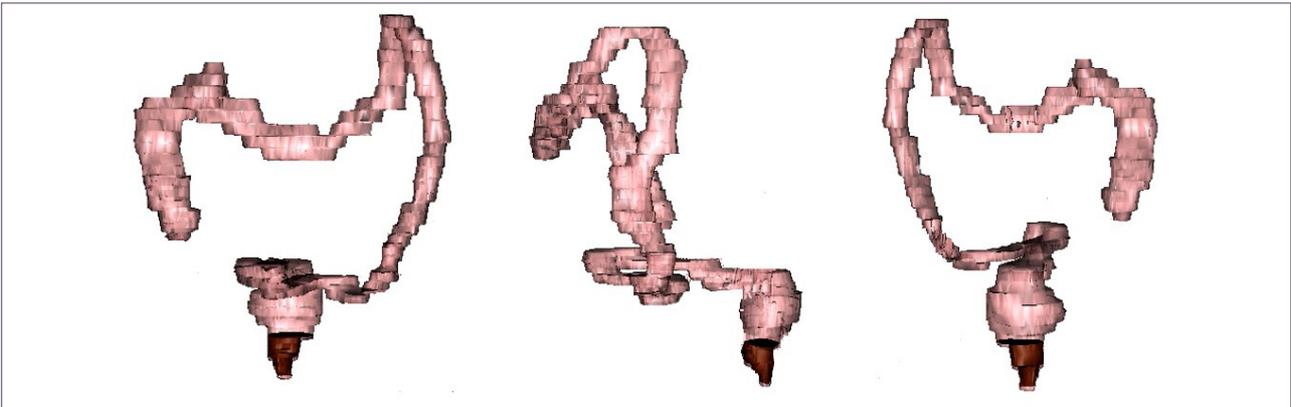
CASO 35: Proyección anterior, lateral y posterior



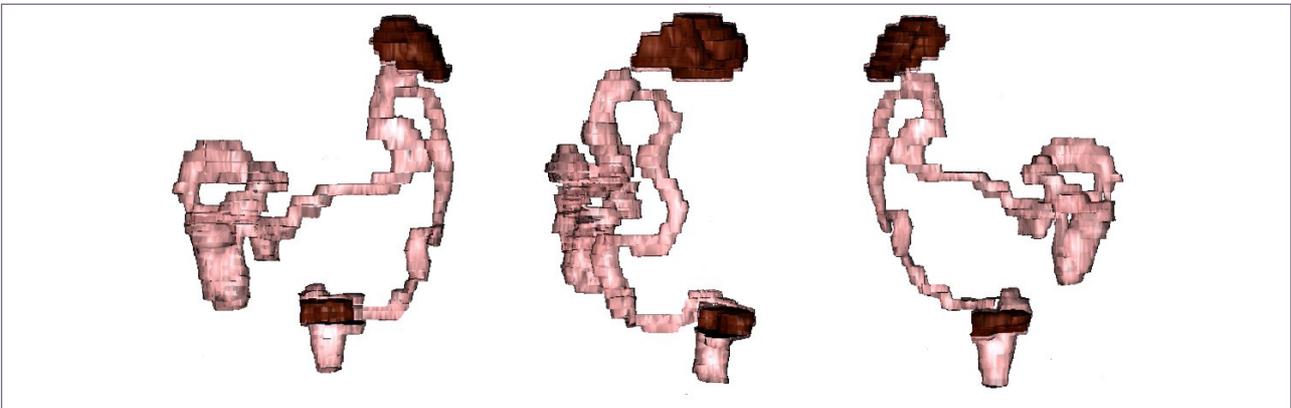
CASO 36: Proyección anterior, lateral y posterior



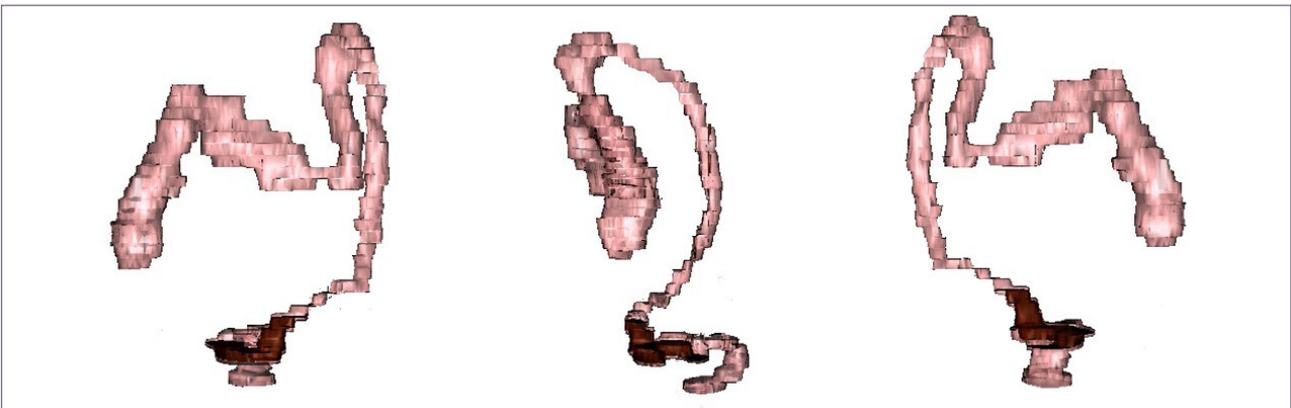
CASO 37: Proyección anterior, lateral y posterior



CASO 38: Proyección anterior, lateral y posterior



CASO 39: Proyección anterior, lateral y posterior



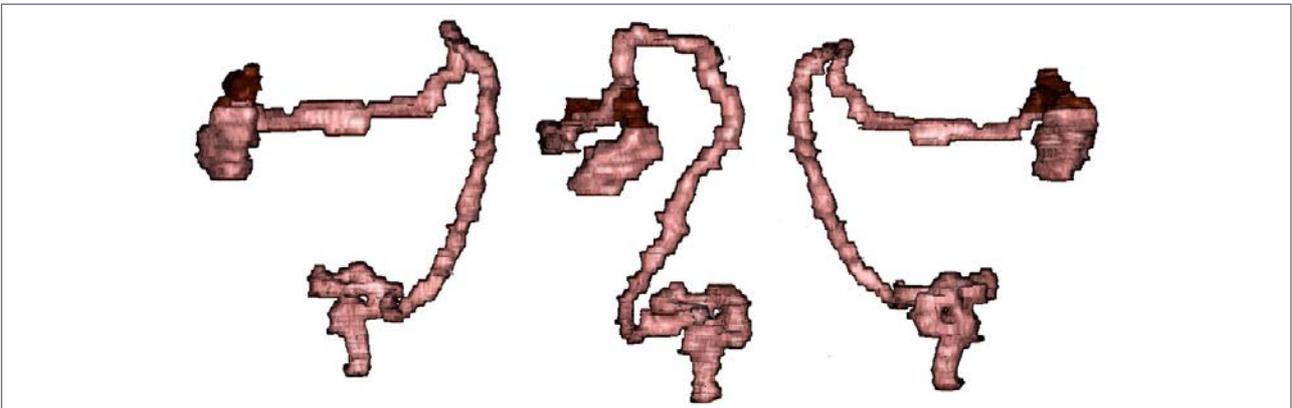
CASO 40: Proyección anterior, lateral y posterior



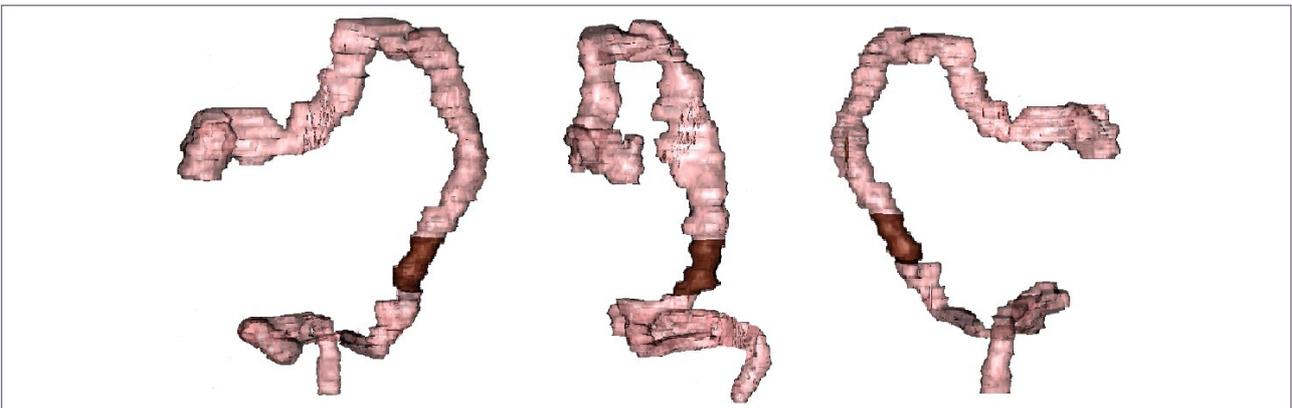
CASO 41: Proyección anterior, lateral y posterior



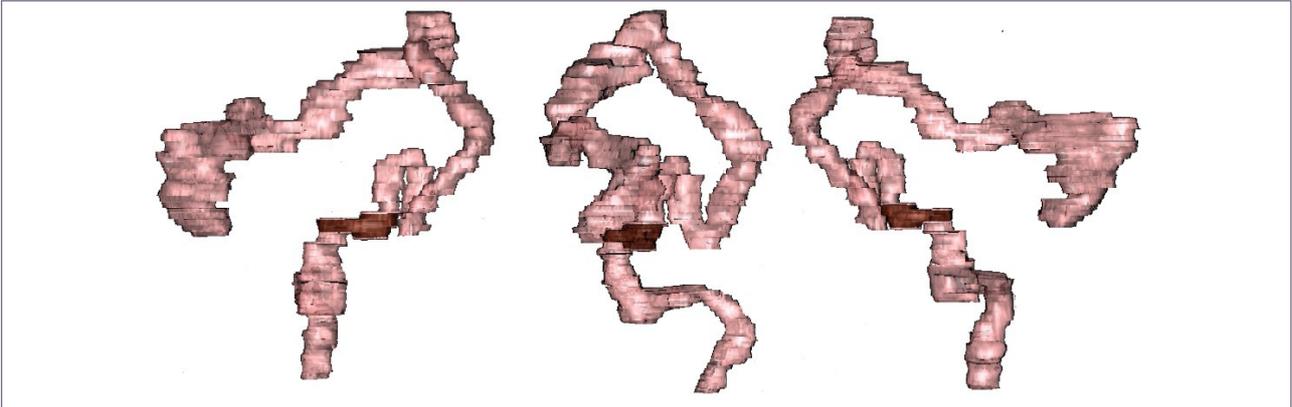
CASO 42: Proyección anterior, lateral y posterior



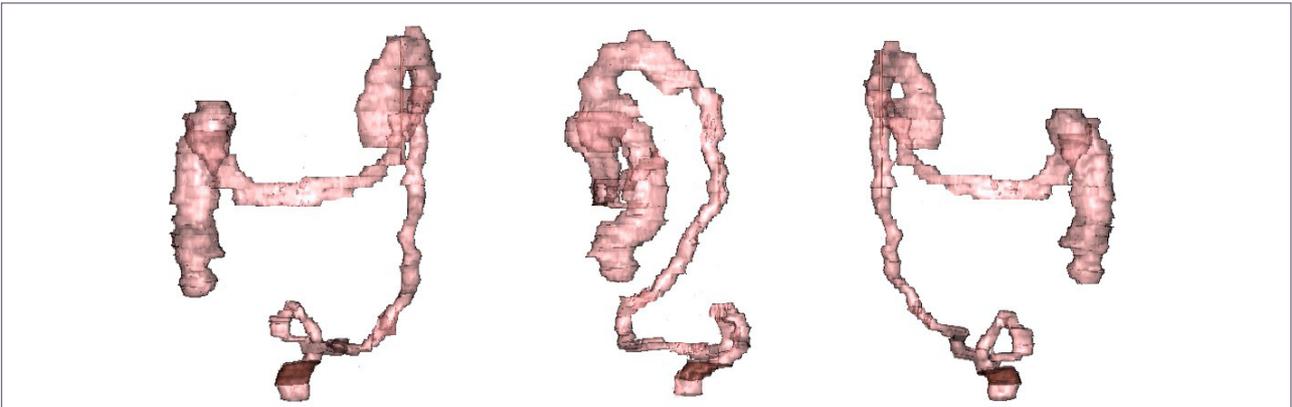
CASO 43: Proyección anterior, lateral y posterior



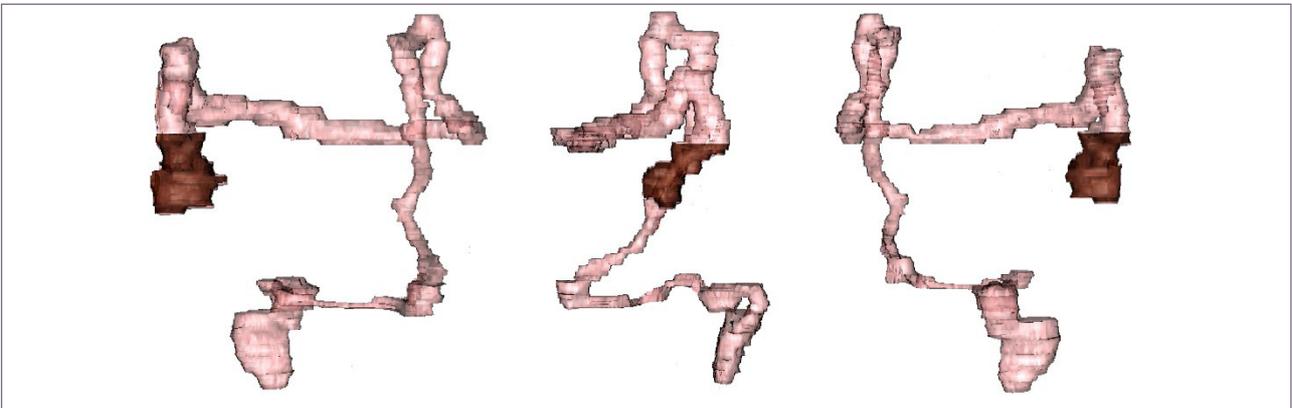
CASO 44: Proyección anterior, lateral y posterior



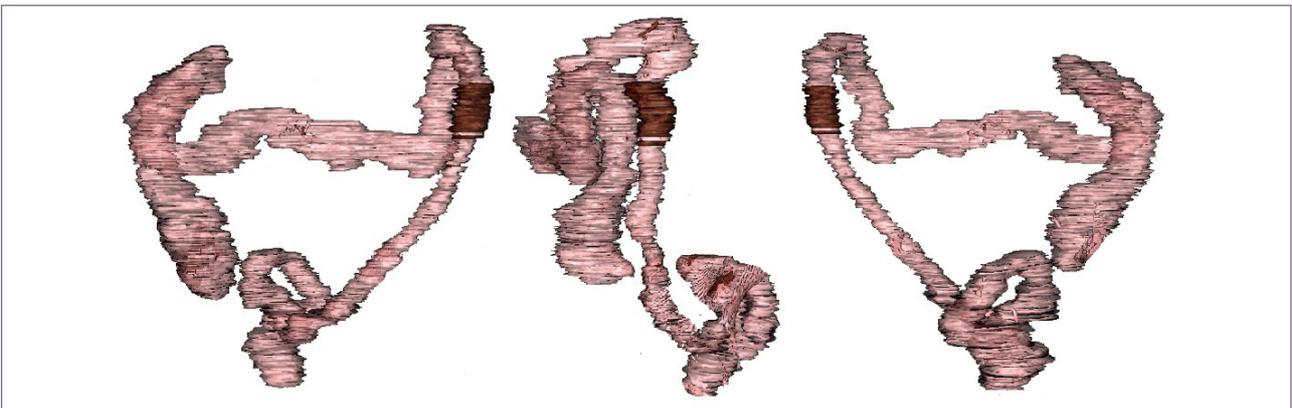
CASO 45: Proyección anterior, lateral y posterior



CASO 46: Proyección anterior, lateral y posterior



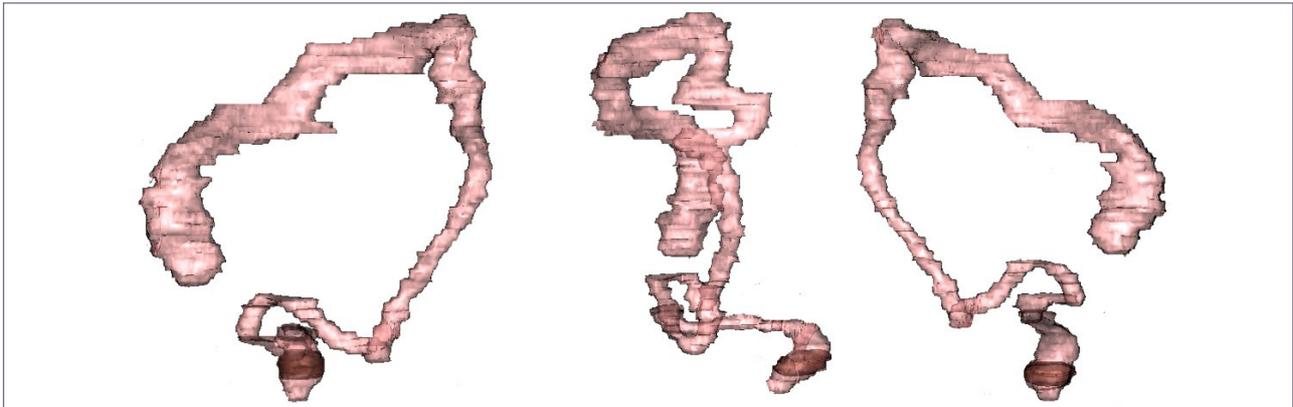
CASO 47: Proyección anterior, lateral y posterior



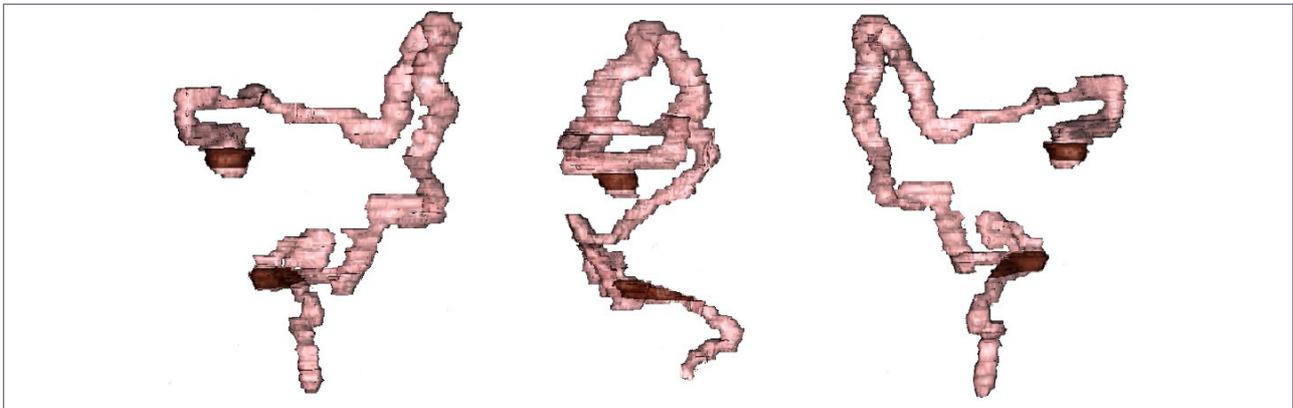
CASO 48: Proyección anterior, lateral y posterior



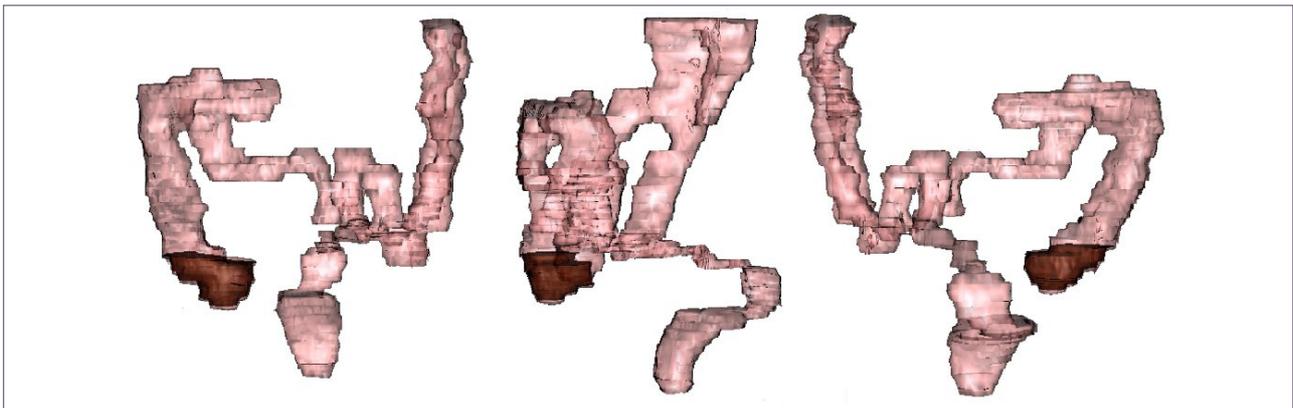
CASO 49: Proyección anterior, lateral y posterior



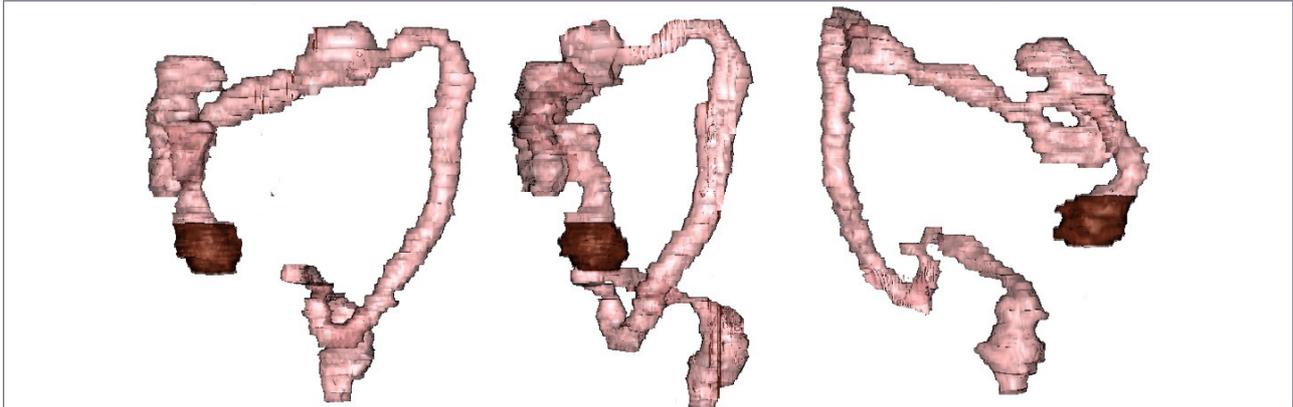
CASO 50: Proyección anterior, lateral y posterior



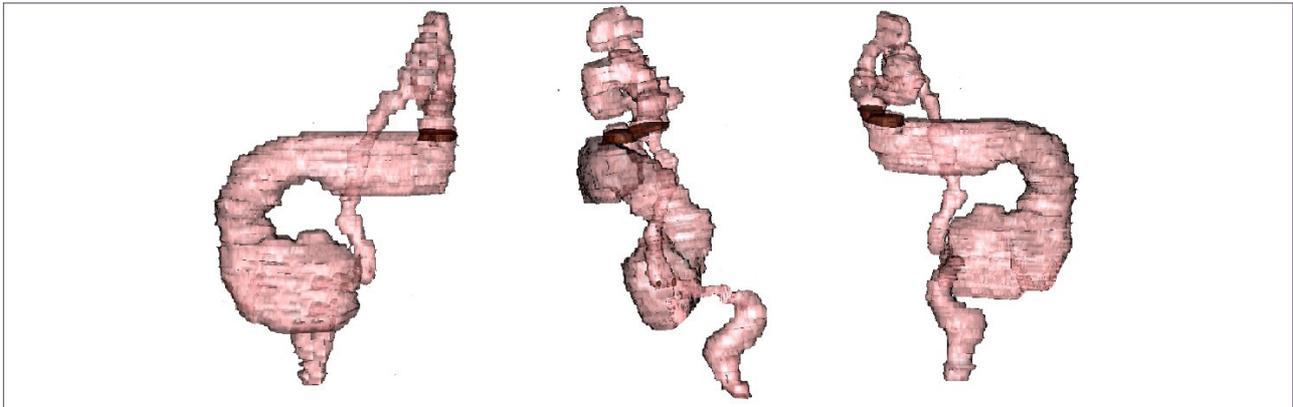
CASO 51: Proyección anterior, lateral y posterior



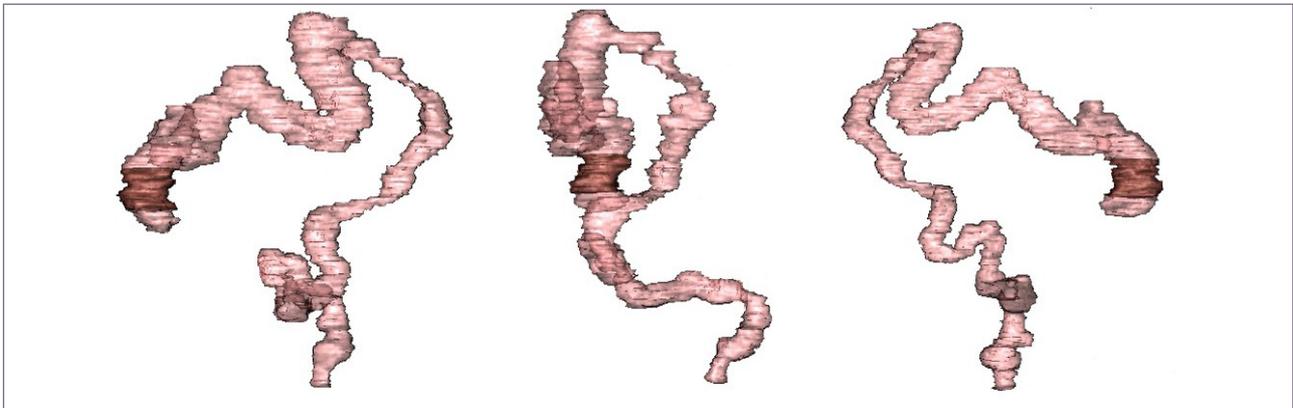
CASO 52: Proyección anterior, lateral y posterior



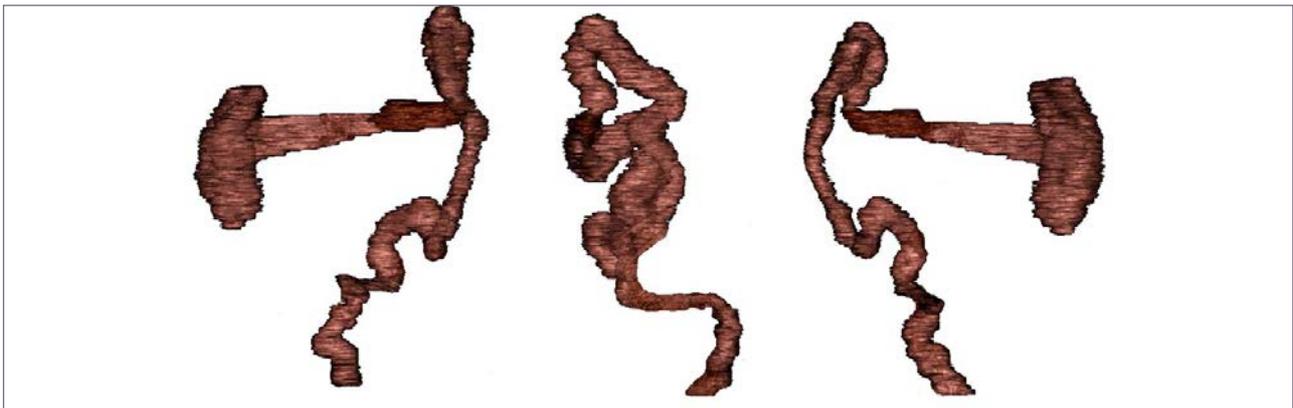
CASO 53: Proyección anterior, lateral y posterior



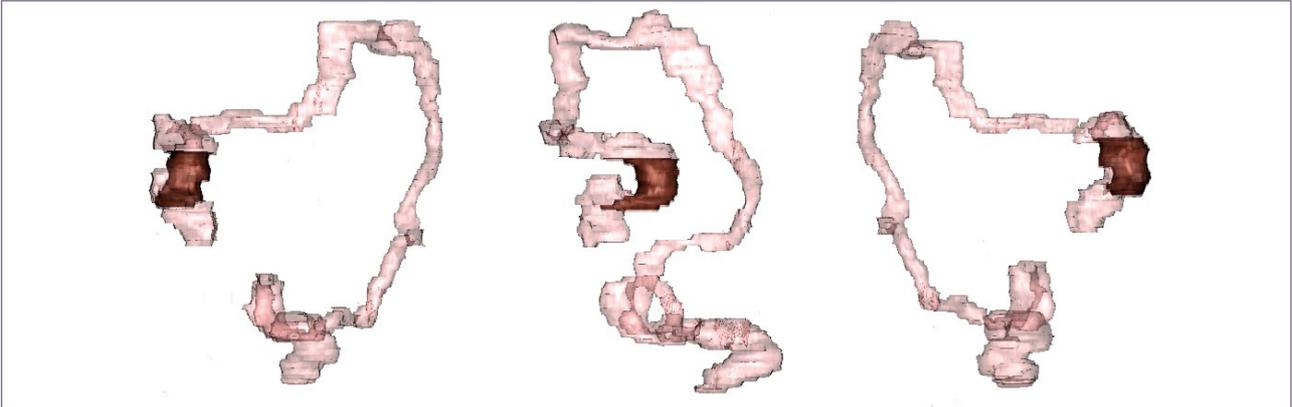
CASO 54: Proyección anterior, lateral y posterior



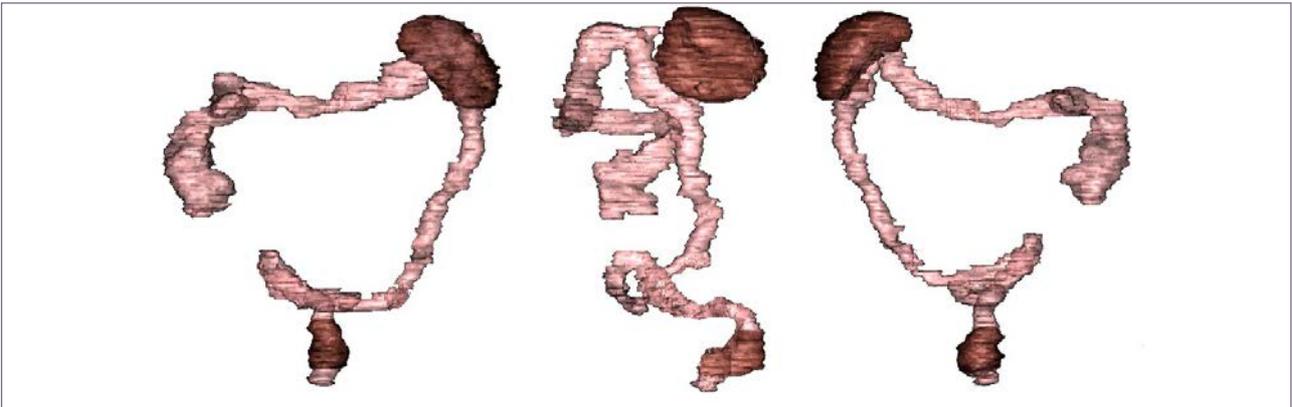
CASO 55: Proyección anterior, lateral y posterior



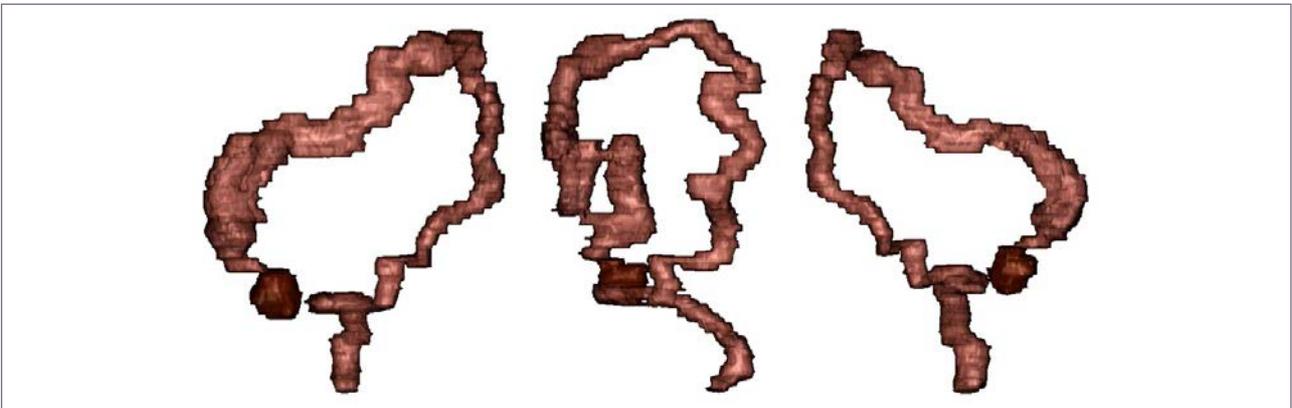
CASO 56: Proyección anterior, lateral y posterior



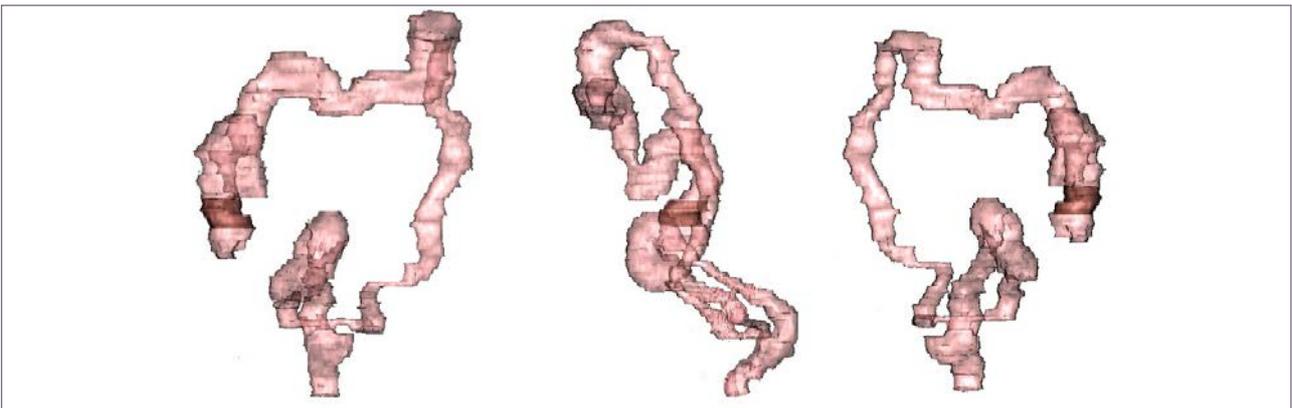
CASO 57: Proyección anterior, lateral y posterior



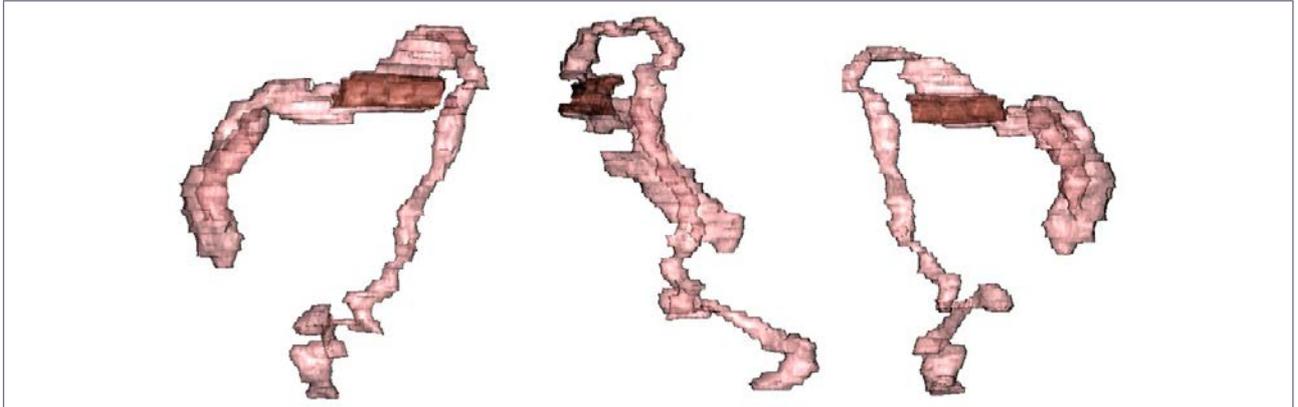
CASO 58: Proyección anterior, lateral y posterior



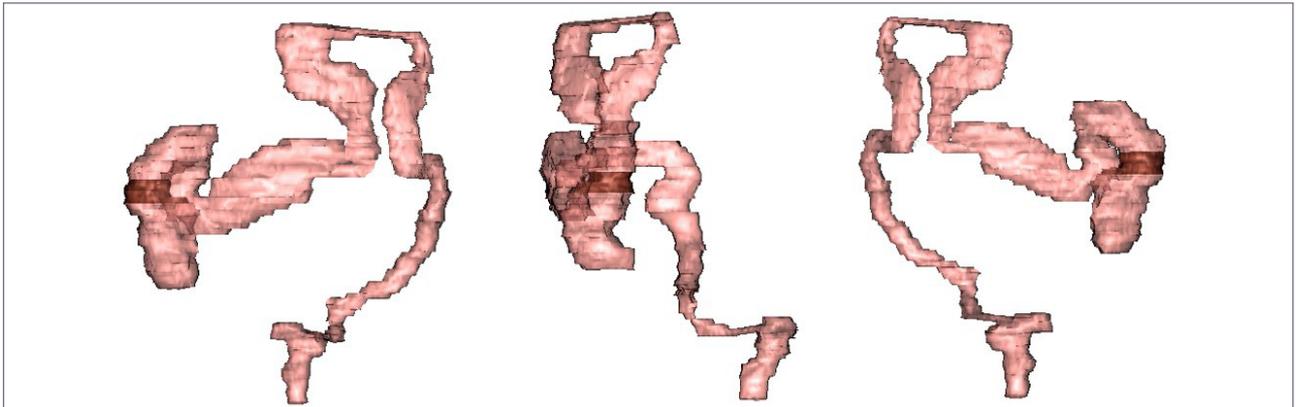
CASO 59: Proyección anterior, lateral y posterior



CASO 60: Proyección anterior, lateral y posterior



CASO 61: Proyección anterior, lateral y posterior



CASO 62: Proyección anterior, lateral y posterior









