



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA IGNACIO CHÁVEZ
GRUPO CT SCANNER**



TESIS DE POSGRADO

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN IMAGENOLOGÍA
DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA**

**“CARACTERÍSTICAS POR TOMOGRAFÍA DUAL EN PACIENTES CON
ADENOCARCINOMA COLORRECTAL”**

PRESENTA

MIRIAM ALEXANDRA LOJA LANDY

DR. CARLOS RAFAEL SIERRA FERNÁNDEZ
DIRECTOR DE ENSEÑANZA DEL
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA
IGNACIO CHÁVEZ

DR. SERGIO ANDRÉS CRIALES VERA
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE
IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y
TERAPÉUTICA

DRA. DULCE ADORACIÓN SANCHEZ NAVA
ESPECIALISTA EN IMAGENOLOGÍA
DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA
RESONANCIA MAGNÉTICA ABDOMINAL Y PÉLVICA
TUTOR DE TESIS

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, JULIO 2023.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



**UNAM – Dirección General de
Bibliotecas Tesis Digitales
Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los derechos de Autor.

TESIS DE POSGRADO

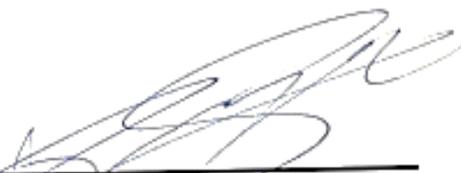
**"CARACTERÍSTICAS POR TOMOGRAFÍA DUAL EN PACIENTES CON
ADENOCARCINOMA COLORRECTAL"**



DR. CARLOS RAFAEL SIERRA FERNANDEZ
DIRECTOR DE ENSEÑANZA
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA IGNACIO CHÁVEZ



Dirección de Enseñanza



DR. SERGIO ANDRÉS CRIALES VERA
PROFESOR TITULAR DEL CURSO IMAGEN DIAGNÓSTICA
Y TERAPÉUTICA. GRUPO CT SCANNER
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA IGNACIO CHÁVEZ



DRA. DULCE ADORACIÓN SANCHEZ NAVA
ESPECIALISTA EN IMAGENOLÓGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA
RESONANCIA MAGNÉTICA ABDOMINAL Y PÉLVICA
TUTOR DE TESIS



DRA. MIRIAM ALEXANDRA LOJA LANDY
ASPIRANTE AL GRADO DE IMAGEN DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA INSTITUTO
NACIONAL
DE CARDIOLOGÍA IGNACIO CHÁVEZ
GRUPO C.T. SCANNER

DEDICATORIA

Este trabajo tiene especial dedicatoria a mis padres Mariano Loja y Aida Landy, a mi abuelito Juan Manuel Landy García y mi hermana Adriana Loja, que son personas muy importantes en mi vida, gracias a su apoyo incondicional y cuidado me permitieron hacer posible este proyecto de vida; igualmente a mis sobrinos que son mi inspiración de cada día.

Un agradecimiento muy especial a la directiva del Grupo C.T. Scanner que me permitieron acceder y cumplir este propósito académico y superación personal.

MUCHAS GRACIAS.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	10
ANTECEDENTES.....	11
DEFINICIÓN	11
EPIDEMIOLOGÍA.....	11
FISIOPATOLOGÍA	11
DIAGNÓSTICO	12
TOMOGRAFÍA COMPUTADA DE ENERGÍA DUAL EN EL CÁNCER DE COLON	12
ESTADIFICACIÓN	15
PRONÓSTICO.....	16
DIAGNÓSTICO DIFERENCIALES.....	17
TRATAMIENTO	17
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	17
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	17
JUSTIFICACIÓN.....	17
OBJETIVO.....	18
HIPÓTESIS.....	18
DISEÑO	18
MATERIALES Y MÉTODO	18
CRITERIOS DE SELECCIÓN	18
PROTOCOLO DE ADQUISICIÓN.....	19
RECONSTRUCCIÓN DE LAS IMÁGENES.....	19
ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE LA TCTD.....	19
DEFINICIÓN DE VARIABLES	20
DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS.....	20
VALIDACIÓN DE DATOS.....	20
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	21
DISCUSIÓN.....	25
CONCLUSIÓN	26
REFERENCIAS.....	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
Figura 1. Mapa de color de yodo (DECT)	13
Figura 2. Diferenciación de heces y neoplasia colónica por DECT	14
Figura 3. Manifestación de adenocarcinoma detectado por imagen de yodo de DECT	14
Figura 4. Relación de la densidad de yodo (media) medido por ROI en pacientes con CCR y diverticulitis.	22
Figura 5. Relación de la densidad de yodo (media) medido por VOI en pacientes con CCR y diverticulitis.	23
Figura 6. Relación de número de casos según el tipo de reforzamiento mural en pacientes con CCR y Diverticulitis.	24

LISTA DE TABLAS

TABLA	Página
Tabla 1. Estadificación TNM del cáncer colorrectal del AJCC (2017)	15
Tabla 2. Estadios del cáncer colorrectal del AJCC (2017).	16
Tabla 3. Tabla 3. Sistema de clasificación de Dukes.	16
Tabla 4 Lista de variables	20
Tabla 5. Características demográficas	22
Tabla 6. Estadística de grupos	23
Tabla 7. Estadística de grupo según tipo de realce mural en pacientes con CCR y diverticulitis.	24

ABREVIATURAS

CCR: Cáncer colorrectal.

TC: Tomografía computarizada.

DECT: tomografía computarizada de energía dual

RM: resonancia magnética

DWI: Imágenes ponderadas por difusión,

DCE: imágenes mejoradas con material de contraste dinámico DCE,

PET: tomografía por emisión de positrones.

ROI: escala circular de la región de interés,

VOI: medida del volumen total de una lesión.

CTC colonografía por tomografía computarizada.

AJCC: Comité Conjunto Estadounidense sobre el Cáncer.

UICC: Unión para el Control Internacional del Cáncer.

TNM: estadificación del cáncer.

cTNM: estadificación clínica.

ycTNM: post terapéutica.

pTNM: estadificación patológica.

MRC: márgenes de resección circunferencial.

PACS: Sistema de comunicación y archivo de imágenes.

RIS: Sistema de información radiológica.

RESUMEN

Objetivo

Analizar las características de pacientes con adenocarcinoma colorrectal en tomografía computarizada de energía dual

Materiales y Métodos

Se incluyó pacientes con diagnóstico de adenocarcinoma colorrectal realizados en el centro de diagnóstico CT Scanner México del 18 de noviembre del 2019 al 31 de noviembre del 2022.

La evaluación cuantitativa de la densidad de yodo se midió en mapas de yodo (Venous non-contrast) en el sitio de mayor realce colocando una región de interés (ROI) en dicha localización. Para el análisis cualitativo se describieron las características intrínsecas de la región afectada, localización, grosor mural máximo, morfología de la lesión y el comportamiento en fases contrastadas (realce estratificado, homogéneo o transmural). Además, se utilizó el análisis volumétrico de la lesión en volúmenes de interés (VOI) utilizando la herramienta de MM Oncology obteniéndose densidad de yodo y captación de yodo. Se repitió el procedimiento en pacientes con hallazgos compatibles con diverticulitis. El análisis estadístico se llevó utilizando SPSS 25 mediante estadística descriptiva; frecuencias y tablas cruzadas (Chi cuadrada y T-student)

Resultados

Se incluyeron en el análisis final 69 pacientes con CCR y 20 pacientes con diverticulitis. Al realizar las pruebas de asociación por medio de Chi-cuadrada (χ^2) se observa que existe asociación significativa ($p < 0.05$) en el realce mural de las patologías, y así como en el análisis de las variables cuantitativas al aplicar la prueba de T-student se determinó una asociación significativa ($p < 0.05$) entre la densidad de yodo medido en ROI y la obtenida en VOI; en cambio no se observó asociación significativa en la captación de yodo (uptake) valorado por VOI

Conclusión

La DECT al permitir obtener imágenes y mapas de colores que muestra la distribución de yodo en un volumen de tejido, permite concluir que la DECT es un estudio eficaz para el diagnóstico de CCR con una asociación significativa en las variables de reforzamiento mural, densidad de yodo cuantificado por ROI y VOI, de esta manera se mejora el pronóstico de los pacientes.

Palabras claves: Cáncer colorrectal, diverticulitis, tomografía computarizada de energía dual, reforzamiento mural, densidad de yodo por ROI, densidad de yodo por VOI.

INTRODUCCIÓN

El cáncer colorrectal (CCR) es el tercer cáncer más común a nivel mundial, debido a su amplia variación fenotípica y genotípica, manifiesta un comportamiento complejo. [1] Aproximadamente un 30% de pacientes al momento del diagnóstico presenta enfermedad metastásica con localización en hígado o pulmón.

El avance en las técnicas de imagen convencionales como la tomografía computarizada de energía dual (DECT), colonoscopia virtual y la RM, esta última que provee imágenes funcionales y moleculares con imágenes ponderadas por difusión (DWI), imágenes mejoradas con material de contraste dinámico (DCE); otros estudios tenemos la tomografía por emisión de positrones (PET) con diferentes radiotrazadores y espectroscopia de RM pueden ser de mucha utilidad en la toma de decisiones para pacientes con CCR.

La DECT por los diferentes niveles de energía aplicados, permite la descomposición del material basada en perfiles de atenuación dependientes de la energía de materiales específicos y caracterización de los tejidos. La cuantificación de la atenuación y el cálculo de la captación de yodo demostrada en un mapa de color proporciona una medición confiable del reforzamiento del tejido.

La detección y caracterización de tumores de CCR y hallazgos extra colónicos basados en la captación de yodo se ejemplifica en imágenes monocromáticas virtuales derivadas de la DETC donde representan una mejora del contraste más sutil que las imágenes policromáticas predeterminadas de la TC de energía única. [4]

El análisis cuantitativo de las imágenes obtenidas por DETC de pacientes con diagnóstico de CCR se realiza determinando la densidad de yodo en mg/dl del área más representativa mediante una escala circular de la región de interés (ROI) y el análisis volumétrico de la lesión en volúmenes de interés (VOI) así como determinar la captación de yodo en el volumen total de la lesión (VOI) manifestada en mg/dl. [5]

Por lo que es de interés determinar la relación de la captación de yodo en el CCR en correlación con la diverticulitis que son patologías que por imagen comparten ciertos hallazgos radiológicos similares.

ANTECEDENTES

DEFINICIÓN

El CCR es una neoplasia maligna, hasta el 98% son del tipo adenocarcinoma, la gran mayoría de los casos se desarrolla a partir de un adenoma colónico preexistente (pólipo neoplásico), mostrando una transformación maligna progresiva. La presentación clínica del CCR varía desde asintomática a sintomática presentando cambios en el hábito intestinal, rectorragia, astenia, anemia y pérdida de peso como síntomas más frecuentes; y algunos debutando con complicaciones potencialmente fatales como obstrucción intestinal, intususcepción o perforación. [6]

El CCR se puede encontrar desde el ciego hasta el recto con la siguiente distribución: rectosigmoide el 55%, ciego-colon ascendente 20%, válvula ileocecal 2%, colon transverso 10% y colon descendente 5%. [6]

EPIDEMIOLOGÍA

A nivel mundial y en México, el cáncer colorrectal es la tercera causa de muerte por cáncer. Según la Organización Mundial de la Salud, se estima que 935.173 personas en todo el mundo murieron de cáncer colorrectal en 2020, con una mortalidad del 35-40% mayor en hombres que en mujeres. [3]

El riesgo de cáncer colorrectal aumenta con la edad, con una edad media de aparición que oscila entre los 65 y los 74 años; en pacientes asociados con síndromes genéticos específicos se asocian con manifestación de la patología a edades más tempranas.

Las tasas de prevalencia son significativamente más altas en los países desarrollados que en los países en vías de desarrollo, la tasa de incidencia ha disminuido alrededor del 2% cada año entre los adultos ≥ 50 años, condicionando igualmente una disminución de las tasas de mortalidad, hecho atribuido a la detección y erradicación del cáncer, programas de tamizaje de lesiones polipoides precancerosas y diagnóstico en estadios iniciales. Sin embargo, desde mediados de la década de 1990, la incidencia ha aumentado en adultos más jóvenes (<45 años), según ASCO. [7]

La tasa de supervivencia a 5 años para los pacientes con CCR es del 65%. Sin embargo, las tasas de supervivencia pueden variar según diversos factores (étnicos) y especialmente el estadio de la enfermedad. [7]

FISIOPATOLOGÍA

La causa es multifactorial y la mayoría de los casos son esporádicos sin una predisposición genética subyacente aparente. En aproximadamente del 12% al 35% de los casos, tienen un componente genético (generalmente polimorfismos comunes

y síndrome de Lynch). Los factores predisponentes incluyen dietas bajas en fibra y alta en grasas/proteínas animales, obesidad, enfermedad inflamatoria intestinal, colitis ulcerosa, enfermedad de Crohn, exposición al asbesto, antecedentes familiares de neoplasias colorrectales benigna/maligna, antecedentes de cáncer de endometrio/mama, irradiación pélvica, adenoma colónico, displasia de colon, entre otros. [8]

DIAGNÓSTICO

El cribado poblacional se realiza porque es una enfermedad ubicua con una historia natural bien definida en la que podemos intervenir para evitar su progresión. Se basa en categorías de riesgo que tienen en cuenta la edad; la raza; los antecedentes personales de enfermedad inflamatoria intestinal, de pólipos o de cáncer; los antecedentes familiares de CCR, y la presencia de síndromes hereditarios, entre otros.

Las estrategias de cribado con mayor evidencia son la colonoscopia, las pruebas de inmunoquímica fecal, la sigmoidoscopia, colonografía por TC, destacando la tomografía computarizada de energía dual, ultrasonido endorrectal y el PET.

Los métodos de imagen como la tomografía y resonancia magnética tienen relevancia en la estadificación TNM clásica y pueden determinar el manejo clínico del CCR. Los estudios iniciales para la estadificación cTNM se prefieren mediante tomografía de tórax, abdomen y pelvis con contraste yodado intravenoso con el propósito de determinar la extensión del tumor localizado y diseminación extra colónica (ganglios linfáticos, pulmones, hígado o peritoneo). [9]

La RMN abdominal con medio de contraste (gadolinio intravenoso), es aplicado para la estadificación local en el cáncer rectal, evaluación de metástasis hepáticas y valorar resecabilidad.

La colonografía por tomografía computarizada (CTC) se considera la técnica líder para el diagnóstico y la estadificación, con una precisión entre el 45-77%. Diagnóstica con eficacia tumores de colon prominentes, cánceres y pólipos grandes ≥ 1 cm. Sin embargo, este estudio se limitó a imágenes morfológicas, que probablemente se vean afectadas por heces residuales, lo que lleva a diagnósticos falsos positivos. Las lesiones tumorales neoplásicas en la tomografía son lesiones periféricas con alta densidad de partes blandas, luz estrecha, lesiones grandes e incluso ulceración visible. El PET/CT es de importancia en la estadificación cTNM inicial cuando los otros métodos están contraindicados. [10]

TOMOGRFÍA COMPUTADA DE ENERGÍA DUAL EN EL CÁNCER DE COLON

La DETC ha destacado su utilidad en la obtención de imágenes de tumores, especialmente desde la introducción de un algoritmo de imagenología monoenergética virtual optimizada para el ruido (VMI+). Las reconstrucciones VMI+ generalmente se basan en la división espacial de frecuencias de alta y baja energía,

con el objetivo principal de aumentar la atenuación de la señal de yodo a niveles de bajo keV mientras se reduce el ruido; permitiendo crear una imagen/mapa de color que muestra de manera única la distribución de yodo dentro de un volumen de tejido, resaltando diferencias sutiles en la atenuación entre tejidos normales y anormales. [11]

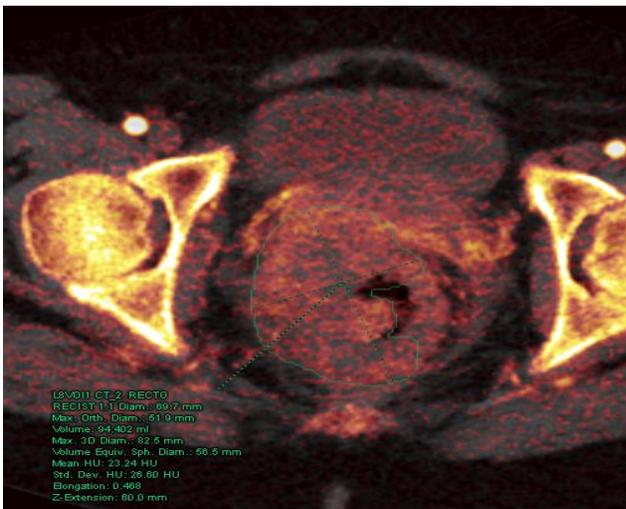


Fig 1. Paciente con diagnóstico de CCR. TC de energía dual, mapa de color de yodo, en corte axial demuestra tumor semicircunferencial a nivel del recto.

Los hallazgos tomográficos en la diverticulitis que se esperan encontrar son engrosamiento de la pared del colon >3 mm con realce tras la administración de contraste, estriación de la grasa pericólica, aire o líquido libre, abscesos; con categorización de acuerdo con la clasificación de Hinchey.[12]

Se realizaron dos metaanálisis con el objetivo de determinar la prevalencia de CCR tras un episodio de diverticulitis aguda, uno realizado por Meyer et al, donde se encontró una prevalencia más alta en pacientes con antecedente de diverticulitis aguda que en el resto de la población, mientras que Rottier et al. defiende que la prevalencia en estos dos grupos de paciente es similar; en cambio en los pacientes con antecedente de diverticulitis complicada, se encontró que la prevalencia de CCR llamativamente es mayor, variando entre el 7,9% y 10,8% en ambos metaanálisis. [11-12]

Con toda la información descrita, es de interés evaluar y comparar hallazgos de imagen con un método de estudio más sofisticado como es la modalidad de tomografía computarizada de energía dual para definir los hallazgos de imagen en pacientes con cáncer colorrectal vs pacientes con diverticulitis ya que ambos comparten características similares.

Teniendo en cuenta la relevancia de la TC de energía dual en caracterizar lesiones sospechosas y delimitar el compromiso extra colónico basados en la captación de yodo. (2) Un estudio realizado por Kai Sun et al. en el hospital Central de Baotou, China, departamento de Radiología, publicado en el 2018. Se determinó la precisión de combinar la CTC e imágenes de mapa de yodo de la espectral de energía dual en la evaluación de masas colorrectales. encontró que la precisión diagnóstica de los

adenomas no mostró una diferencia significativa entre los dos métodos. La sensibilidad de la TC convencional y la TC de energía dual en la detección de masas fue del 95,6% (IC 95% 77,9%-99,2%) y 95,6% (IC 95% 77,9%-99,2%), y la especificidad fue del 42,8% (IC 95% IC 15,4 %–93,5 %) y 100 % (IC 95 % 47,9 %–100 %), respectivamente. La CTC combinada con los mapas de yodo de energía dual pueden distinguir de manera confiable los tumores de colon (es decir, adenomas y carcinomas) de las estructuras benignas (p. ej., heces), y puede diferenciar los adenomas de los adenocarcinomas en función de la captación de yodo cuantificada. Manifestada en las siguientes imágenes: [13]



Figura 2. Diferenciación de heces y neoplasia colónica por DECT. Masculino de 88 años de edad. (A, B) Colonografía, Corte axial de TC contrastada a nivel de cavidad pélvica, revelaron masas con engrosamiento irregular en la pared posterior del recto (flecha blanca). Resaltando la difícil diferenciación de tumores vs residuo fecal. (C) La TC con contraste de energía dual (plano axial) no reveló realce de la masa, valor de yodo = $-1,4$ mg/ml (flecha blanca), lo que sugiere sin datos de suministro de sangre, correlacionando como material fecal mediante colonografía.

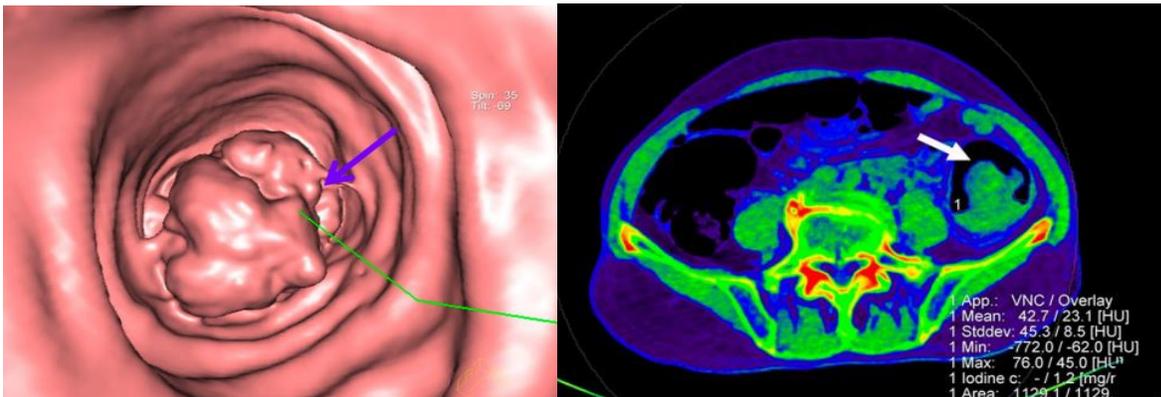


Figura 3. Manifestación de adenocarcinoma detectado por imagen de yodo de DECT. Masculino de 78 años de edad. (A) La CTC reveló una lesión protuberante irregular de aproximadamente 45,9 mm de diámetro en el colon sigmoideo con forma de coliflor (flecha azul). (B) La TC con contraste de energía dual (imagen axial de yodo) reveló que el valor de yodo de las masas era de $1,2$ mg/ml (flecha blanca), lo que indica un aporte sanguíneo suficiente de las masas. El examen patológico confirmó los hallazgos de adenocarcinoma

Otro estudio realizado por Gong HX en Wisconsin, EE. UU, investigó la utilidad de la

DECT para la clasificación de CCR, se evaluó mediante la cuantificación de la densidad de yodo en la fase arterial y en la fase venosa de 81 pacientes clasificados como pacientes con cáncer bien, moderado y mal diferenciados; dichos valores fueron normalizados a los valores del musculo psoas para obtener la densidad de yodo normalizada. Se encontró que hubo diferencia significativa de la densidad de yodo y densidad de yodo normalizada entre los distintos grupos (todos con $p < 0.001$) de esta forma la medición cuantitativa de la densidad de yodo en fase arterial y venosa puede brindar información útil para diferenciar el cáncer colorrectal de bajo grado del de alto grado, y la densidad de yodo normalizada en fase arterial brinda el mayor valor diagnóstico. [21]

Un tercer estudio realizado por Bari Dane compara igualmente la densidad de yodo en la mucosa de íleo terminal obtenida por entero resonancia en pacientes con enfermedad de Crohn, versus estudios de endoscopia y TC convencional donde la densidad de yodo normalizada es muy sensible y específica para la inflamación activa endoscópica donde la DECT podría considerarse como sustituto [22]

ESTADIFICACIÓN

El sistema de estadificación actuales del Comité Conjunto Estadounidense sobre el Cáncer (AJCC) y la Unión para el Control Internacional del Cáncer (UICC) con base en la información proporcionada por la CTC y la tomografía computarizada de energía dual, permite la estadificación clínica (cTNM) o postoperatoria (ypTNM) y generalmente es reemplazada por la estadificación patológica (pTNM) una vez que se dispone de tejido. [14]

Tabla 1. Estadificación TNM del cáncer colorrectal del AJCC (2017). [15]

Tumor Primario
Tx: El tumor primario no se puede evaluar.
T0: sin evidencia de tumor primario
Tis: carcinoma in situ
T1: en (pero no a través) de la submucosa
T2: en (pero no a través de) muscularis propia
T3 Compromiso de la muscularis propia en la subserosa, o Compromiso de tejidos pericólicos/perirrectales no peritonealizados
T4a: Compromiso de la capa peritoneal visceral
T4b: Compromiso o adhesión a órganos adyacentes
N- Estadificación Ganglionar
Nx: Los ganglios no se pueden evaluar
N0: No hay evidencia de afectación ganglionar
N1
- N1a: Afección de un ganglio regional
- N1b: compromiso de 2-3 ganglios regionales.
-N1c: Depósitos que involucran serosa o tejidos pericólicos/perirrectales no peritonealizados sin metástasis ganglionar regional.
N2a: Compromiso de 4-6 ganglios.
N2b: Compromiso ≥ 7 ganglios.

M- Metástasis
Nx: No se puede evaluar la presencia de metástasis.
N0: No hay evidencia de metástasis.
M1 - M1a: Metástasis a distancia confinado a un ganglio (hígado, pulmón, ovario, ganglios no regionales). - M1b: Metástasis a distancia confinado a más de un órgano, sin compromiso peritoneal. - M1c: Metástasis a peritoneo con o sin metástasis en otros órganos.

Tabla 2: Estadios del cáncer colorrectal del AJCC (2017). [14]

Estadio	Criterios
0	Carcinoma in situ: tumor intraepitelial o invasión de la lámina propia (Tis N0 M0).
I	El tumor invade la submucosa (T1 N0 M0) [Dukes A]. El tumor invade la muscular propia (T2 N0 M0) [Dukes A].
II	- El tumor invade a través de la muscular propia hasta los tejidos pericólicas (T3 N0 M0) [Dukes B]. - El tumor penetra en la superficie del peritoneo visceral (T4a N0 M0) [Dukes B]. - El tumor invade directamente o se adhiere a otros órganos y estructuras (T4b N0 M0) [Dukes B].
III	Cualquier grado de penetración de la pared intestinal con metástasis en los ganglios linfáticos regionales N1: metástasis en 1-3 ganglios linfáticos regionales. N1a: metástasis en 1 ganglio linfático regional. N1b: metástasis en 2-3 ganglios linfáticos regionales. N1c: depósitos tumorales en la subserosa, el mesenterio o los tejidos pericolónicos o perirrectales no recubiertos por el peritoneo sin metástasis ganglionares regionales. N2: metástasis en ≥4 ganglios linfáticos regionales. N2a: metástasis en 4-6 ganglios linfáticos regionales. N2b: metástasis en 7 o más ganglios linfáticos regionales. Cualquier T N1 M0 [Dukes C]. Cualquier T N2 M0 [Dukes C].
IV	- Cualquier invasión de la pared intestinal con o sin metástasis en los ganglios linfáticos, pero con evidencia de metástasis a distancia. - Cualquier T cualquier N M1a: la metástasis se limita a un órgano o sitio (hígado, pulmón, ovario, ganglio no regional). - Cualquier T cualquier N M1b: metástasis en más de un órgano y/o sitio, o en el peritoneo.

Tabla 3. Sistema de clasificación de Dukes. [15]

Dukes A: Sin compromiso de la muscular propia.
Dukes B1: infiltra hasta la muscular propia.
Dukes B2: Sobrepasa la muscular propia y llega a la serosa o a la grasa pericólica.
Dukes C1: B1 con metástasis ganglionares.
Dukes C2: B2 con metástasis ganglionares.
Dukes D: Metástasis a distancia en órganos y sitios como el hígado, el peritoneo, el pulmón, y metástasis.

PRONÓSTICO

El pronóstico del CCR general a 5 años es del 40-50% directamente relacionado con la infiltración tumoral en el mesorrecto y la capacidad de lograr quirúrgicamente MRC negativos, el cual es mejor caracterizado por estudio de RM. [16]

DIAGNÓSTICO DIFERENCIALES

Entre los diversos diagnósticos diferenciales se considera la diverticulitis. El cáncer colorrectal y la enfermedad diverticular comparten ciertos datos epidemiológicos, ambas son frecuentes en el mundo occidental, su incidencia aumenta con la edad, con cierto predominio en el sexo masculino, el sitio más frecuente de afectación es en el colon izquierdo; destacando igualmente los hallazgos de imagen, los cuales tienden a ser indistinguibles siendo motivo de interés en nuestra investigación. [17]

TRATAMIENTO

El único tratamiento curativo para el CCR es la resección quirúrgica de la enfermedad locorregional y cualquier metástasis potencialmente resecable en el pulmón o el hígado, de ahí la importancia de la estadificación clínica correcta. La quimioterapia adyuvante se reserva para la enfermedad de Dukes C [18].

La Sociedad Americana de Gastroenterología y Sociedad de cirujanos endoscópicos, recomiendan incorporar la colonoscopia (4-6 semanas) posterior a padecer una diverticulitis complicada, como parte del seguimiento a fin de descartar patología maligna; correspondiente a una recomendación débil basada en moderada calidad de la evidencia, 2B; ya que es de riesgo por las distintas complicaciones y limitaciones en la preparación. [19-20]

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La TC es el estudio más utilizado para el diagnóstico de enfermedad a distancia en pacientes con sospecha o diagnóstico reciente de adenocarcinoma colorrectal. Se busca determinar las características de la tomografía computarizada de energía dual (DECT) del cáncer colorrectal e investigar la efectividad del método DECT para diferenciarlo de procesos inflamatorios en particular diverticulitis.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe asociación entre las características por tomografía dual en lesiones colorrectales y el diagnóstico de adenocarcinoma?

JUSTIFICACIÓN

El cáncer colorrectal es un problema de salud pública en el país, siendo diagnosticado en la mayoría de los pacientes en su etapa avanzada.

Contar con una herramienta adicional para su diagnóstico podría ayudar a mejorar el pronóstico y manejo en este grupo de pacientes.

OBJETIVO

OBJETIVO GENERAL

Analizar las características de pacientes con adenocarcinoma colorrectal en tomografía dual

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las características demográficas de la población estudiada
- Comparar las características analizadas por tomografía dual en cáncer colorrectal y diverticulitis

HIPÓTESIS

Existe asociación entre las características por tomografía dual en lesiones colorrectales y el diagnóstico de adenocarcinoma

DISEÑO

Estudio observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo.

MATERIALES Y MÉTODO

UNIVERSO DE ESTUDIO

Se incluirán pacientes con diagnóstico de adenocarcinoma colorrectal realizados en el centro de diagnóstico CT Scanner México del 18 de noviembre del 2019 al 31 de noviembre del 2022 a los que se les haya realizado tomografía computarizada con energía Dual.

Las variables epidemiológicas se recolectarán a través del sistema RIHS/PACS de la institución.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Pacientes mayores de 18 años con diagnóstico de cáncer colorrectal demostradas histológicamente, consignado en expediente electrónico que cuenten con estudio de tomografía computarizada con energía Dual con contraste intravenoso en el período seleccionado.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Pacientes que cuenten con tomografía computarizada con energía Dual sin diagnóstico de cáncer colorrectal consignado.

Pacientes con tomografía computarizada con energía Dual simple., con artefactos de movimiento graves o que no cuenten con las series adecuadas para el postproceso adecuado.

PROTOCOLO DE ADQUISICIÓN

Los exámenes se realizaron en un escáner CT de doble fuente de tercera generación de 384 cortes en el modo de energía dual (SOMATOM Force). Los parámetros de exploración fueron: tubo A 80 kV/180 mAs y tubo B Sn150 kV/90 mAs con un filtro de estaño adicional, pitch 0,6, tiempo de rotación 0,5 s y colimación 3 × 128 × 0,6 mm.

Se realizó DECT monofásica del abdomen en fase arterial, venosa y tardía en dirección craneocaudal. La exploración comenzó con un retraso de 30 s, 70 s y 120-180 s durante la apnea forzada en fase de inspiración. Volumen de material de contraste (Xenetix/Optiray 350 mg Iodo/ml) se ajustó individualmente al habitus de los pacientes a una dosis de 1,2 ml/kg de peso corporal con un caudal de acuerdo con el diámetro del catéter venoso periférico (entre 2.5-3.5 ml/s)

RECONSTRUCCIÓN DE LAS IMÁGENES

Los datos brutos de DECT se reconstruyeron automáticamente utilizando la técnica estándar de mezcla lineal aplicando un factor de mezcla de 0,6 (M_0,6; 60% del espectro de 80 kV y 40% del espectro de 150 kV). Se obtuvieron reconstrucciones estándar mezcladas linealmente para simular la adquisición convencional de imágenes de energía única de 120 kV.

Las series de imágenes se enviaron a una estación de trabajo multimodal 3D (syngo.via, Versión VB60A_HF02; Siemens) y postproceso manualmente con reconstrucciones monoenergéticas y descomposición de elementos con mapas de yodo.

ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE LA TCTD

La evaluación cuantitativa de la calidad de la imagen fue realizada por un radiólogo con cuatro años de experiencia en imágenes oncológicas DECT del abdomen, que no ha participado en la adquisición de datos ni en el análisis cualitativo de imágenes. La densidad de yodo se midió en mapas de yodo (Venous non-contrast) en el sitio de mayor realce colocando una región de interés (ROI) en dicha localización. Se evitaron las áreas de heterogeneidad focal y necrosis tumoral. Para el análisis cualitativo se describieron las características intrínsecas de la región afectada, localización, grosor mural máximo, morfología de la lesión y el comportamiento en fases contrastadas (realce estratificado, homogéneo o transmural).

Además, se utilizó el análisis volumétrico de la lesión en volúmenes de interés (VOI) utilizando la herramienta de MM Oncology obteniéndose densidad de yodo y captación de yodo. Se repitió el procedimiento en pacientes con hallazgos compatibles con diverticulitis.

DEFINICIÓN DE VARIABLES

Tabla 4. Lista de variables

Variable	Tipo	Escala
Edad	Continua	Numérica.
Sexo	Categórica	Nominal.
Localización de lesión	Categórica	Nominal
Grosor	Continua	Numérica
Tipo de engrosamiento	Categórica	Nominal
Realce	Categórica	Nominal
Densidad de yodo (ROI)	Continua	Numérica
Densidad de yodo (VOI)	Continua	Numérica
Captación de yodo (VOI)	Continua	Numérica

DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS

Entre noviembre del 2019 y noviembre del 2022, se incluyeron un total de 69 pacientes que se realizaron una tomografía computarizada con energía Dual con contraste intravenoso e incluyeron el diagnóstico de CCR histológicamente probada. La recolección de dichos datos estuvo a cargo de la autora principal.

El análisis de los estudios de tomografía computarizada con energía Dual de los pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión y recolectado a través del Sistema de comunicación y archivo de imágenes (PACS) y el Sistema de información radiológica (RIS). El análisis y postproceso se realizó en la estación Syngo Via.

Calendario.

a) Revisión bibliográfica: 1 al 31 de diciembre 2022

b) Elaboración del protocolo: 1 al 28 de febrero del 2023.

Obtención de la información: 1 de marzo al 31 de mayo del 2023.

d) Procesamiento y análisis de los datos: 1 al 15 de junio del 2023.

e) Elaboración del informe técnico final. 15 de junio del 2023

f) Divulgación de los resultados. 1 de Julio del 2023.

Fecha de inicio: 1 de diciembre 2022.

Fecha de terminación: 1 de Julio 2023.

VALIDACIÓN DE DATOS

Para el análisis de datos se utilizó estadística descriptiva medidas de tendencia central y dispersión: rango, media, mediana, moda, desviación estándar, proporciones o porcentajes. Fuerza de asociación, razón de momios y chi cuadrada. Se presentaron

los datos de manera descriptiva, en forma de texto. Las características basales se presentarán en forma de tabla con porcentajes y se utilizaron tablas para presentar de manera comparativa los diferentes desenlaces.

El análisis estadístico se llevó utilizando SPSS 25 mediante estadística descriptiva; frecuencias y tablas cruzadas (Chi cuadrada y T-student)

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se encontraron 87 pacientes que se sometieron a DECT, en el periodo de estudio con hallazgos en relación a CCR, de los cuales 18 pacientes no se incluyeron por no contar con los parámetros completos para el proceso en la Syngovia (TC Dual y Oncology); por lo que finalmente se incluyeron 69 pacientes en el estudio.

Se eligió al azar a 20 pacientes que acudieron con datos de abdomen agudo, al realizarse una tomografía de abdomen contrastada con energía dual, concluyendo como diagnóstico una diverticulitis (Hinchey I, II, III, IV).

De los pacientes incluidos para el análisis final con CCR el 50.7 % (n=34) correspondieron al sexo femenino y el 49.2 % (n=35) al masculino, su edad promedio fue 66.8 años (con rangos entre 27-90 años); el sitio más frecuente de presentación fue el recto 43.4 % (N=30) y la morfología más frecuente fue un engrosamiento irregular con 39.1% (n= 27).

De los pacientes incluidos para el análisis final con diverticulitis el 40 % (n=8) fueron del sexo femenino y el 60% (n=12) del masculino, su edad promedio es de 55.5 años (entre 32-81 años); la localización más frecuente de afectación fue el sigmoides con un porcentaje del 80 % (N=16) de pacientes; la mayoría de los pacientes al diagnóstico correspondieron a un estadio "la" de acuerdo a la clasificación de HINCHEY, correspondiendo al 70 % (n=14).

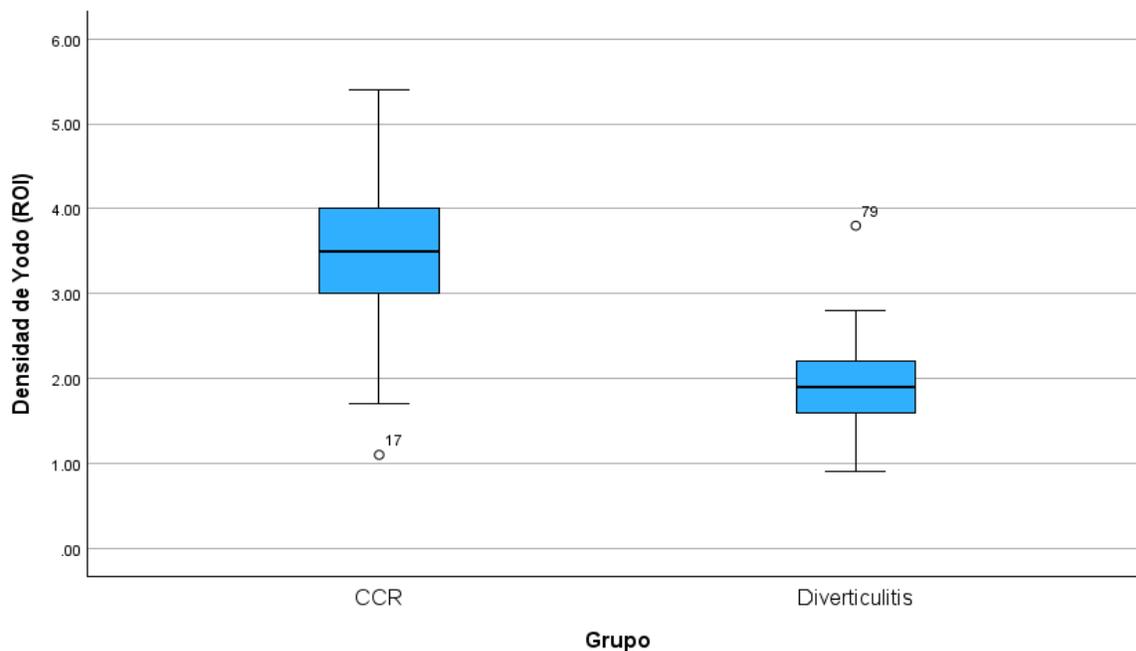
Observamos en los datos demográficos que el sigmoides es el sitio más común de afectación en la diverticulitis, mientras que en el CCR ocupa el segundo sitio más frecuente, siendo de mucho interés en nuestro estudio ya que se busca la asociación de la densidad de yodo y captación de yodo que nos permita orientar al diagnóstico de CCR.

En la valoración del reforzamiento mural se logró distinguir en el CCR el reforzamiento que predomina es el tipo transmural correspondiendo al 59.4 % (n 41) de pacientes, y en la diverticulitis el tipo de realce más frecuente fue el estratificado correspondiendo al 65 % (n13).

Datos mostrados en la siguiente tabla.

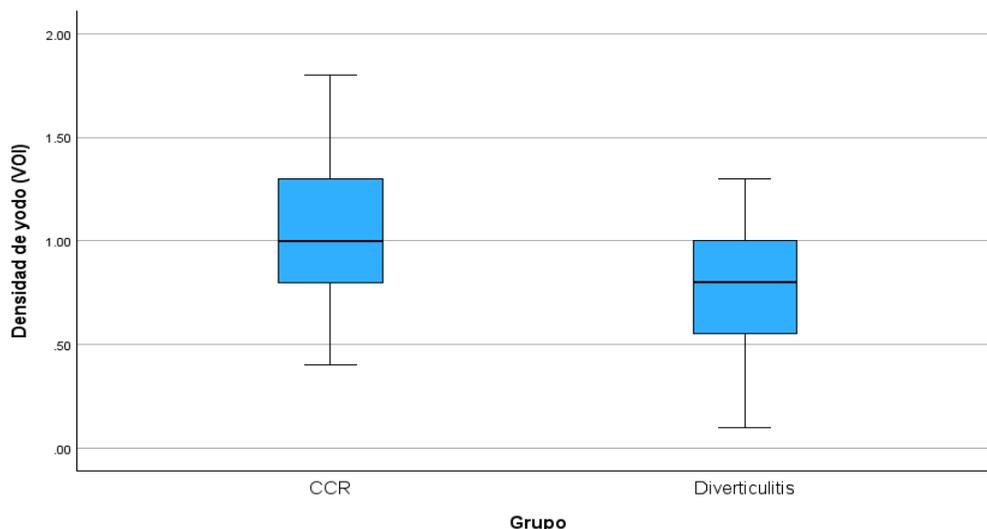
Tabla 5. Características demográficas				
	CCR		Diverticulitis	
Sexo	F 50.7 % M 49.2%		F 40 % M 60%	
Edad	66.8 (27-90 años)		55.5 (32-81 años)	
Localización				
1 recto	43.4 % (30)		0	
2 sigmoides	15.9 % (11)		80 % (16)	
3 unión rectosigmoidea	10.1% (7)		5 % (1)	
4 colon descendente	4.3 % (3)		15 % (3)	
5 colon transverso	4.3 % (3)		0	
6 colon ascendente	11.5 % (8)		0	
7 ciego	8.6 % (6)		0	
8 apéndice	1.4 % (1)		0	
9 ano	0		0	
Grosor	49.2 (13-127 mm)		-	
Realce				
1 estratificado	17.3 % (12)		65 % (13)	
2 homogéneo	23.1 % (16)		20 % (4)	
3 transmural	59.4 % (41)		15 % (3)	
Morfología de la lesión			HINCHEY	
1 sésil	2.89 % (2)		1 Ia	70 % (14)
2 polipoide	17.3 % (12)		2 Ib	5 % (1)
3 semicircunferencial	1.44 % (1)		3 II	10 % (2)
4 ulcerada	13.0 % (9)		4 III	15 (3)
5 circunferencial	4.34 % (3)			
6 engrosamiento irregular	39.1 % (27)			
7 engrosamiento concéntrico	21.7 % (15)			

Figura 4. Relación de la densidad de yodo (media) medido por ROI en pacientes con CCR y diverticulitis.



En este diagrama de cajas, en el que se representa la variable densidad de yodo cuantificado en ROI tanto en CCR y diverticulitis se observa que la media en ambos guarda una discrepancia importante, indicando una diferencia estadística en la prueba de T-student, por lo que le hace una variable con asociación significativa.

Figura 5. Relación de la densidad de yodo (media) medido por VOI en pacientes con CCR y diverticulitis.

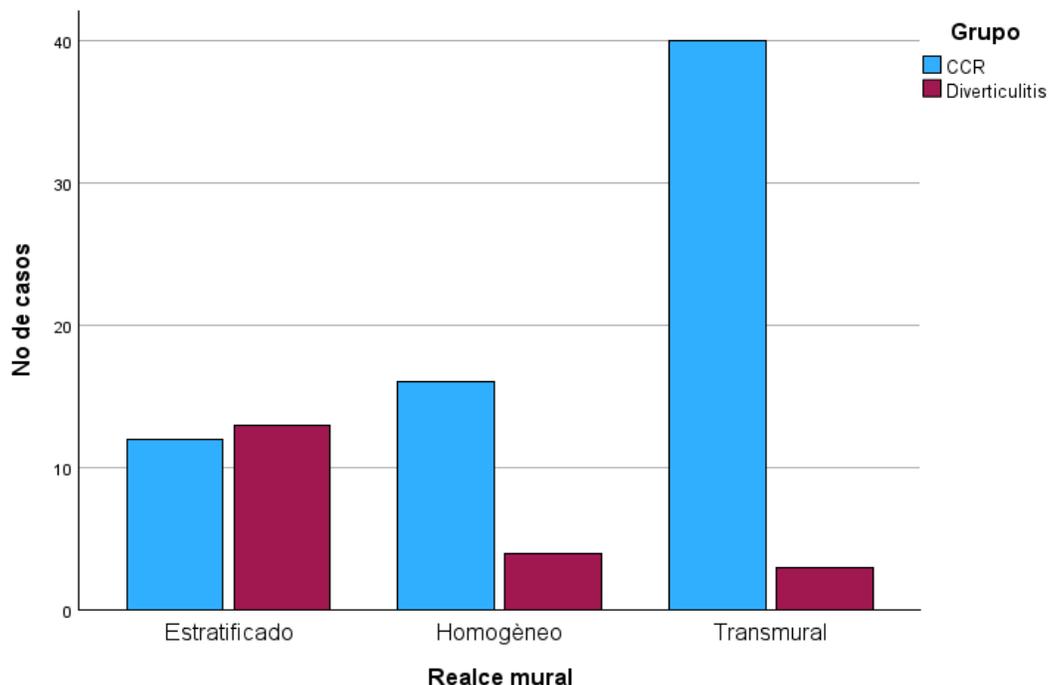


En el siguiente diagrama de cajas, en el que se representa la variable densidad de yodo cuantificado en VOI, se observa las medias en ambos grupos que se aproximan en sus medias, esto se correlaciona con la heterogeneidad de la lesión (contenido mixto) lo que produce una cuantificación no representativa, sin embargo, se correlaciona como una variable con asociación significativa.

Tabla 6. Estadística de grupos						
	ROI (mg/ml)		VOI (mg/ml)		VOI uptake (mg/dl)	
	CCR Media (min-max)	Diverticulitis Media (min-max)	CCR Media (min-max)	Diverticulitis Media (min-max)	CCR Media (min-max)	Diverticulitis Media (min-max)
Media	3.41 (1.1-5.4)	1.96 (0.9-3.8)	1.06 (0.4-1.8)	1.1 (0.1-8)	59.0 (0.5-60)	5.1 (0.8-20.6)
P IC 95%	0.0094		0.022		0.207	

Al realizar el análisis de probabilidad de asociación entre las dos patologías estudiadas con un intervalo de confianza del 95%, se utiliza la media de la densidad de yodo en ROI, densidad de yodo en VOI y la captación de yodo en VOI, se observa que hay una asociación significativa ($p < 0.05$) en la densidad de yodo medida en ROI y VOI, y no existe asociación significativa en la captación de yodo ($p = 0.207$).

Figura 6. Relación de número de casos según el tipo de reforzamiento mural en pacientes con CCR y Diverticulitis.



De acuerdo al tipo de realce evidente en ambos grupos de estudio, se observa que los pacientes con CCR presentaron mayor número de casos un engrosamiento transmural en comparación con el grupo de pacientes con diverticulitis que presentó un engrosamiento mural de predominio estratificado.

Realce	CCR % (No de casos)	Diverticulitis % (No de casos)	<i>p</i> IC 95%*
estratificado	17.3 % (12)	65 % (13)	<0.01
homogéneo	23.1 % (16)	20 % (4)	0.37
transmural	59.4 % (41)	15 % (3)	<0.01

*Calculado por proporciones y grupos por el método de Wald $h=0$

En el análisis de asociación observamos que el reforzamiento estratificado y el transmural demuestran asociación significativa para el diagnóstico de diverticulitis y cáncer colorrectal respectivamente.

DISCUSIÓN

En este estudio que incluyó 69 pacientes con CCR y diverticulitis con el objetivo de investigar la superioridad DECT en pacientes con CCR y diverticulitis mediante la valoración morfológica (cualitativa) y valoración de variables cuantitativas como la determinación de la densidad de yodo cuantificado en ROI – VOI y cuantificación de la captación de yodo medido en VOI.

Demostrando en la relación que existe entre el realce mural y densidad de yodo en VOI y ROI en pacientes con cáncer es significativa, que existe una cuantificación de yodo mayor en el tejido neoplásico en comparación al tejido inflamatorio como en la diverticulitis. En el cáncer colorrectal se encontró mayor relación a un reforzamiento transmural y presentando asociación significativa con la densidad de yodo (VOI-ROI) la cual presenta un valor de $p < 0.01$.

Al comparar con estudios donde se evaluó la utilidad de la DECT en pacientes con CCR, tenemos el realizado por Gong HX en Wisconsin, EE. UU donde describe la utilidad de la DECT en la estratificación del CCR encontrando que hubo diferencia significativa de la densidad de yodo y densidad de yodo normalizada (todos con $p < 0.001$), señalando la superioridad de la DECT para el diagnóstico-estratificación del CCR

Finalmente, en otro estudio se demuestra el beneficio de la cuantificación de yodo o mapas de yodo frente a otros estudios como la colonoscopia y TC convencional en pacientes con enfermedad de Crohn donde Bari Dane demuestra la superioridad de la densidad de yodo normalizada, que es muy sensible y específica para detectar la inflamación activa en esta patología.

En relación con las variables analizadas en nuestro estudio se observa que existe similar ventaja en las imágenes obtenidas por DECT en relación al reforzamiento mural, densidad de yodo valorado en ROI y VOI haciendo de esta investigación la importante obtención de información que recomienda la DECT para el diagnóstico de pacientes con CCR.

Limitaciones del estudio:

Las limitaciones de esta investigación fueron la recolección de datos que se realizó únicamente por la autora, sin tener revaloración de las medidas cuantitativas.

Un segundo sesgo a considerar es la selección de pacientes ya que muchos de los pacientes acuden ya en etapas avanzadas de la enfermedad sin poder predecir la el comportamiento de las lesiones tempranas.

En la medición cuantitativa de la densidad de yodo por ROI en lesiones de gran volumen heterogéneas, se considera su contenido heterogéneo (necrosis) lo que puede modificar el valor cuantificado de yodo.

La limitación de definir el volumen real de una lesión neoplásica cuando compromete estructuras adyacentes (enfermedad avanzada), presentando bordes irregulares/ borramiento de sus contornos.

Un porcentaje de pacientes fueron excluidos por falta de información (reconstrucciones estándares) para el proceso adecuado en la Syngovia lo que no permitió la cuantificación de yodo.

CONCLUSIÓN

Los métodos de imagen en pacientes con patología digestiva como es el caso de la diverticulitis aguda donde el paciente acude con cuadro de dolor abdominal agudo y en el contexto del CCR que va desde una clínica aguda a crónica, la DECT por sus diversas ventajas como fácil acceso, tiempo de adquisición corto, poco invasivo, tolerable por el paciente y buena calidad de imagen es el estudio mejor recomendado.

La DECT al permitir obtener imágenes y mapas de colores que muestra de manera única la distribución de yodo dentro de un volumen de tejido, resaltando diferencias sutiles en la atenuación entre tejidos normales y anormales, nos permite concluir que es un estudio eficaz para la distinción de la diverticulitis y el CCR demostrando que existe una asociación significativa en las variables de reforzamiento mural, densidad de yodo cuantificado por ROI y VOI.

Siendo importante recalca la recomendación de estudios prospectivos para una adecuada correlación con los hallazgos encontrados en este estudio, ya que existen estudios limitados en esta investigación.

REFERENCIAS

- [1] “American Cancer Society Guidelines for Colorectal Cancer Screening,” *American Cancer Society Guidelines*, 2021, Accessed: Jan. 07, 2023. [Online]. Available: <https://www.cancer.org/es/cancer/colon-rectal-cancer/deteccion-diagnostico-clasificacion-por-etapas/recomendaciones-de-la-sociedad-americana-contra-el-cancer.html>
- [2] R. García-Figueiras *et al.*, “Advanced imaging techniques in evaluation of colorectal cancer,” *Radiographics*, vol. 38, no. 3, pp. 740–765, May 2018, doi: 10.1148/rg.2018170044.
- [3] GLOBOCAN 2020: New Global Cancer Data, “Estimated age standardized incidence rates (World) in 2020, all cancers, both sexes, all ages.,” 2020. <https://www.uicc.org/news/globocan-2020-new-global-cancer-data> (accessed Jan. 14, 2023).
- [4] R. J. Goiffon, A. O’Shea, and M. G. Harisinghani, “Advances in radiological staging of colorectal cancer,” *Clinical Radiology*, vol. 76, no. 12. W.B. Saunders Ltd, pp. 879–888, Dec. 01, 2021. doi: 10.1016/j.crad.2021.06.005.
- [5] E. K. Korngold *et al.*, “ACR Appropriateness Criteria® Staging of Colorectal Cancer: 2021 Update,” *Journal of the American College of Radiology*, vol. 19, no. 5, pp. S208–S222, May 2022, doi: 10.1016/j.jacr.2022.02.012.
- [6] C. Y. Chen *et al.*, “Utility of the iodine overlay technique and virtual nonenhanced images for the preoperative T staging of colorectal cancer by dual-energy CT with tin filter technology,” *PLoS One*, vol. 9, no. 12, Dec. 2014, doi: 10.1371/journal.pone.0113589.
- [7] L. Lenga *et al.*, “Dual-energy CT in patients with colorectal cancer: Improved assessment of hypoattenuating liver metastases using noise-optimized virtual monoenergetic imaging,” *Eur J Radiol*, vol. 106, pp. 184–191, Sep. 2018, doi: 10.1016/j.ejrad.2018.07.027.
- [8] C. Y. Chen *et al.*, “Lowering radiation dose during dedicated colorectal cancer MDCT: comparison of low tube voltage and sinogram affirmed iterative reconstruction at 80 kVp versus blended dual energy images in a population of patients with low body mass index,” *Abdom Imaging*, vol. 40, no. 7, pp. 2867–2876, Oct. 2015, doi: 10.1007/s00261-015-0412-1.
- [9] M. Lawler *et al.*, *Abeloff. Oncología Clínica*. Elsevier, 2020. Accessed: Jan. 14, 2023. [Online]. Available: <https://www-clinicalkey-es.pbidi.unam.mx:2443/#!/content/book/3-s2.0-B9788491135203000746?scrollTo=%23hl0003346>
- [10] A. Fogelstrom, F. Hallen, and K. Pekkari, “Computed tomography diagnosed

first time diverticulitis and colorectal cancer,” *Int J Colorectal Dis*, vol. 35, no. 10, pp. 1895–1901, Oct. 2020, doi: 10.1007/s00384-020-03607-w.

[11] E. C. Dickerson *et al.*, “Recurrence of colonic diverticulitis: Identifying predictive ct findings-retrospective cohort study,” *Radiology*, vol. 285, no. 3, pp. 850–858, Dec. 2017, doi: 10.1148/radiol.2017161374.

[12] G. Pagano, J. Carles Balboa Solbes, A. Soriano Varela, and M. Urpi Ferreruela Xavier Bessa Caserras, “El cribado poblacional del cáncer colorrectal. Evaluación de los resultados,” España, 2022.

[13] A. Teng *et al.*, “Colon cancer as a subsequent malignant neoplasm in young adults,” *Cancer*, vol. 125, no. 21, pp. 3749–3754, Nov. 2019, doi: 10.1002/cncr.32325.

[14] G. Baatrup and N. Qvist, “Local resection of early rectal cancer,” *APMIS*, vol. 122, no. 8. Blackwell Munksgaard, pp. 715–722, 2014. doi: 10.1111/apm.12292.

[15] M. Rodríguez-Fraile *et al.*, “Continuing Education FDG PET/CT in colorectal cancer,” 2020.

[16] A. Rivera Domínguez, D. de Araujo Martins-Romeo, T. Ruiz García, A. García de la Oliva, and L. Cueto Álvarez, “Urgent Multidetector Computed Tomography in Colon Cancer: Postsurgical Changes and Early Complications,” *Radiología*, vol. 61, no. 4, pp. 286–296, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.rx.2019.02.003.

[17] M. Fidelle *et al.*, “Resolving the Paradox of Colon Cancer Through the Integration of Genetics, Immunology, and the Microbiota,” *Frontiers in Immunology*, vol. 11. Frontiers Media S.A., Dec. 14, 2020. doi: 10.3389/fimmu.2020.600886.

[18] N. Horvat, C. C. T. Rocha, B. C. Oliveira, I. Petkovska, and M. J. Gollub, “MRI of rectal cancer: Tumor staging, imaging techniques, and management,” *Radiographics*, vol. 39, no. 2, pp. 367–387, Mar. 2019, doi: 10.1148/rg.2019180114.

[19] R. García-Figueiras *et al.*, “Advanced imaging techniques in evaluation of colorectal cancer,” *Radiographics*, vol. 38, no. 3, pp. 740–765, May 2018, doi: 10.1148/rg.2018170044.

[20] Gaspar Alberto Motta Ramírez, Erika Alonso Blancas, Gilberto Lozano Dubernard, José Felipe Urbina de la Vega, and Jorge Valenzuela Tamariz., “La evaluación del cáncer colorrectal por tomografía computarizada multidetector Motta-Ramírez GA; et al,” *Gaceta Mexicana de Oncología*, vol. 10, no. 5, pp. 252–264, Sep. 2011, Accessed: Aug. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.elsevier.es/es-revista-gaceta-mexicana-oncologia-305-articulo-la-evaluacion-del-cancer-colorrectal-X1665920111894251>

[21] Chuang-bo, Y., Tai-ping, H., Hai-feng, D. *et al.* Quantitative assessment of

the degree of differentiation in colon cancer with dual-energy spectral CT. *Abdom Radiol* **42**, 2591–2596 (2017). <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1007/s00261-017-1176-6>

[22] Dane B, Kernizan A, O'Donnell T, Petrocelli R, Rabbenou W, Bhattacharya S, Chang S, Megibow A. Crohn's disease active inflammation assessment with iodine density from dual-energy CT enterography: comparison with endoscopy and conventional interpretation. *Abdom Radiol (NY)*. 2022 Oct;47(10):3406-3413. doi: 10.1007/s00261-022-03605-2. Epub 2022 Jul 14. PMID: 35833999.